

美浜3号炉—低サイクル疲労—10rev4

<p>タイトル</p>	<p>加圧器本体スプレイライン用管台等の疲労累積係数の算出根拠について (4-2.2-16頁)</p>																							
<p>説明</p>	<p>加圧器本体スプレイライン用管台及びサージ用管台の疲労累積係数以下に示す。</p> <p>1. 解析モデル 疲労累積係数の算出に用いた解析情報を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="459 801 1294 1084"> <tr> <td>解析プログラム</td> <td>ABAQUS Ver. 6.3-1</td> </tr> <tr> <td>要素種類</td> <td></td> </tr> <tr> <td>要素次数</td> <td></td> </tr> <tr> <td>要素数</td> <td></td> </tr> <tr> <td>節点数</td> <td></td> </tr> </table> <p>解析モデルを添付1に示す。</p> <p>2. 材料物性値 材料物性値を以下に示す。</p> <table border="1" data-bbox="432 1238 1366 1608"> <thead> <tr> <th rowspan="2">評価部位</th> <th rowspan="2">材料</th> <th>設計応力 (MPa)</th> </tr> <tr> <th>345℃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スプレイライン用管台、 サージ用管台</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>スプレイライン用管台 セーフエンド</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>サージ用管台セーフエンド</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	解析プログラム	ABAQUS Ver. 6.3-1	要素種類		要素次数		要素数		節点数		評価部位	材料	設計応力 (MPa)	345℃	スプレイライン用管台、 サージ用管台			スプレイライン用管台 セーフエンド			サージ用管台セーフエンド		
解析プログラム	ABAQUS Ver. 6.3-1																							
要素種類																								
要素次数																								
要素数																								
節点数																								
評価部位	材料	設計応力 (MPa)																						
		345℃																						
スプレイライン用管台、 サージ用管台																								
スプレイライン用管台 セーフエンド																								
サージ用管台セーフエンド																								

### 3. 最大評価点の選定

解析モデル上の評価点は、構造不連続部等において応力が大きくなる評価断面を抽出しており、その中から疲労累積係数が最大となる点を選定している。

スプレイライン用管台については、熱成層による影響を考慮しており、接液部位で疲労累積係数が最大となる点について、環境疲労評価を実施している。

サージ用管台については、管台に作用する外荷重を配管解析で求めており、サージ配管で熱成層が発生した場合の応力を考慮せずに評価しているが、評価に用いる外荷重条件は熱成層を考慮した条件より厳しい評価条件となる。熱成層を考慮した荷重の比較を添付2に示す。

解析モデル上の評価結果及び最大評価点の選定結果を、添付3に示す。

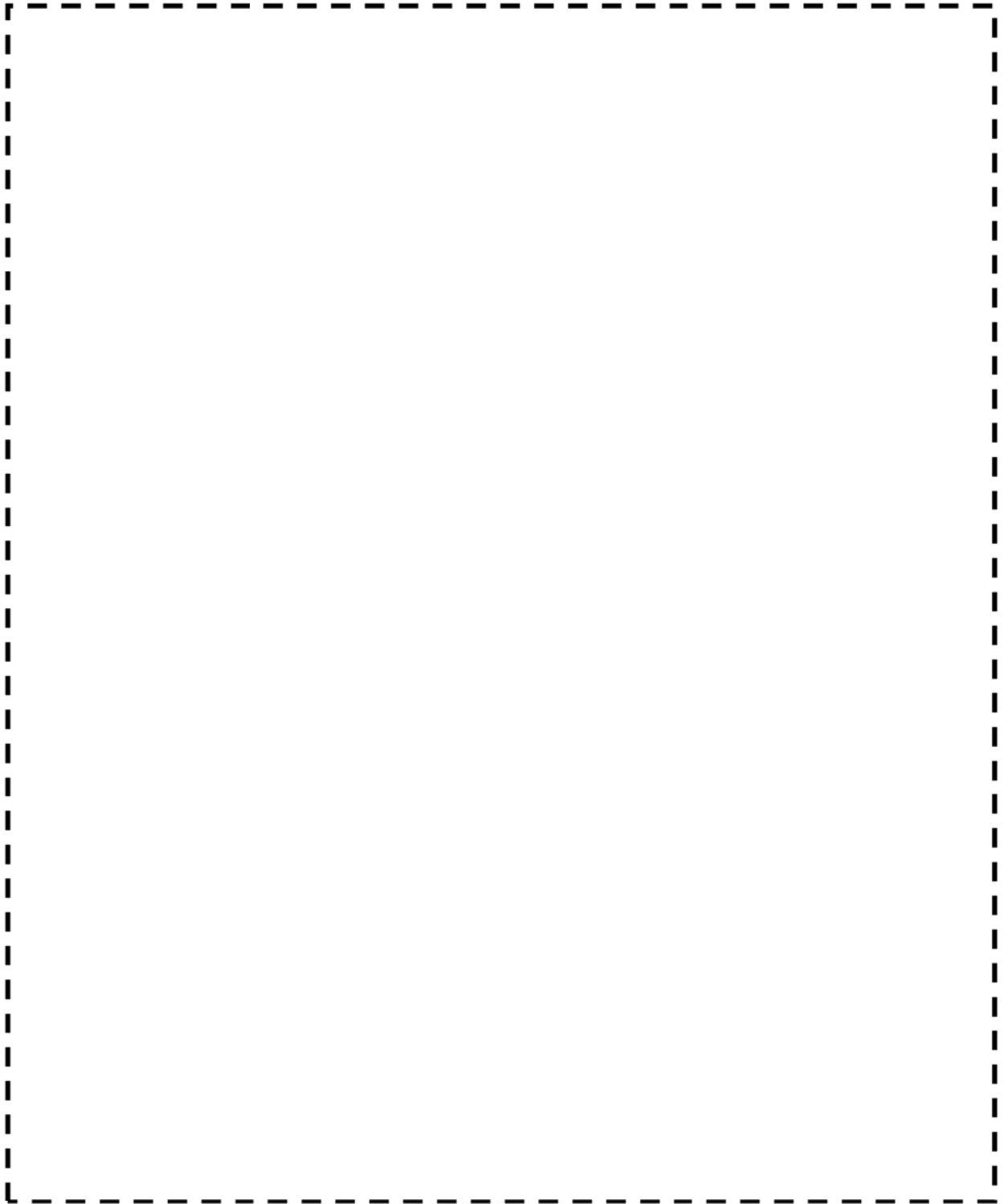
### 4. 応力分類

評価における荷重の組み合わせを以下に示します。また、応力フローを添付4に示す。

状態	荷重の組合せ
供用状態 A, B	圧力+熱過渡+自重+熱膨張荷重

### 5. Ke係数および環境評価パラメータ

評価に用いたKe係数および環境評価パラメータ（環境効果補正係数fen）を添付5に示す。



加圧器 スプレイライン用管台 解析モデル

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

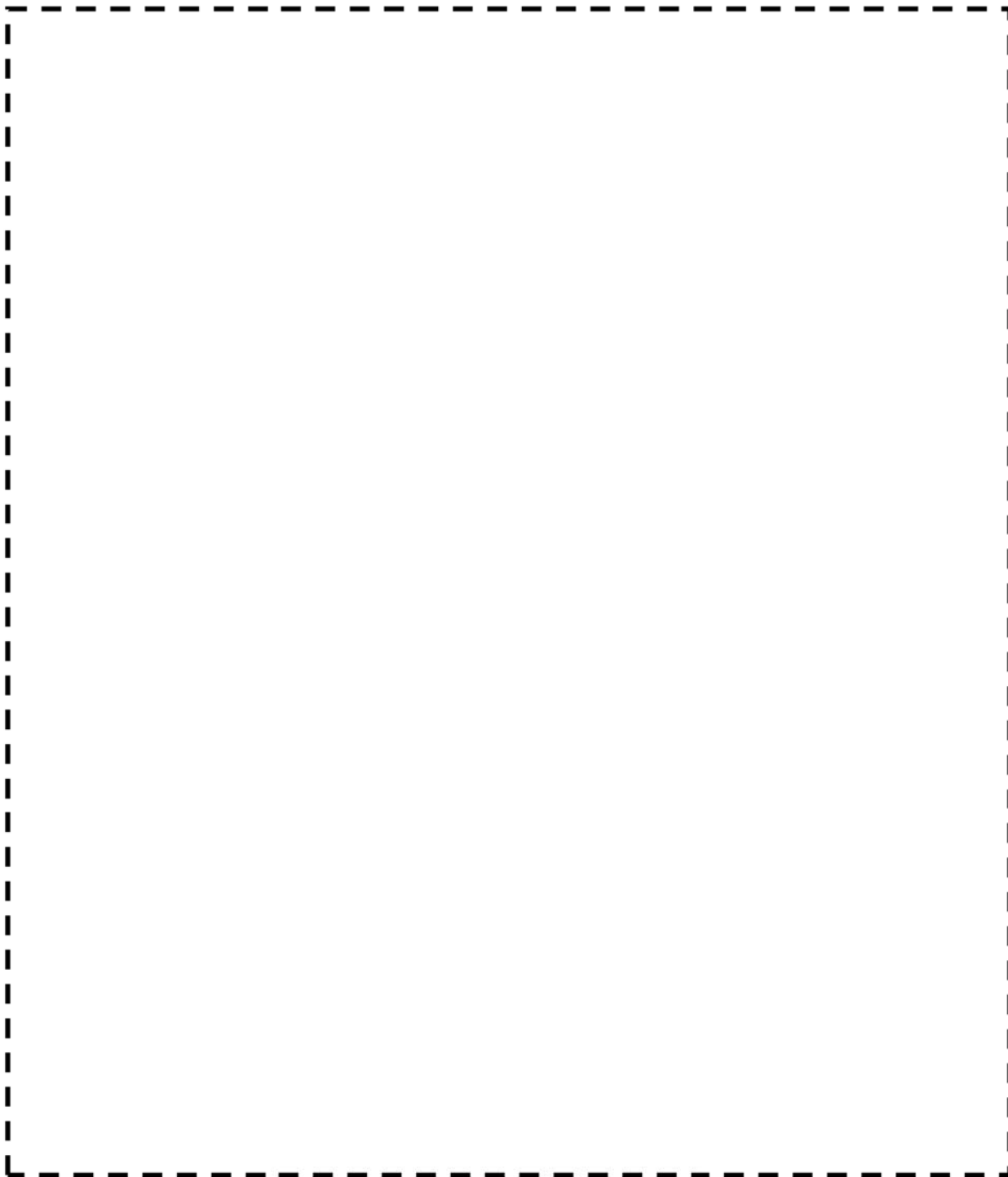


加圧器スプレイライン用管台 熱成層による影響を考慮した評価解析モデル (全体図)



加圧器スプレイライン用管台 熱成層による影響を考慮した評価解析モデル (断面図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



加圧器 サージ用管台 解析モデル

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

サージライン用管台 熱成層を考慮した荷重の比較について

サージライン用管台にサージ配管から作用する外荷重は、配管解析で求めたサージ配管の熱膨張による荷重を適用している。サージ配管の熱膨張による外荷重は、サージ配管に発生する各過渡に対して最高温度となり最大荷重となる条件を評価条件としており、サージ配管で発生する熱成層によりサージ用管台に作用する外荷重よりも厳しい評価条件である。以下にその妥当性を示す。

サージ配管の熱膨張によりサージライン用管台に作用する曲げモーメントと、サージ配管の熱成層を考慮した場合のサージライン用管台に作用する曲げモーメントの概要図を下図に示す。サージ配管の熱膨張による曲げモーメントは配管水平部の膨張方向に作用するが、サージ配管の熱成層により発生するモーメントは高温側と低温側の熱伸び差による曲げモーメントが熱膨張による曲げモーメントを打ち消しあう向きに作用する。

これにより、サージ配管の熱膨張の荷重に熱成層による荷重を考慮すると荷重が小さくなるため、評価に用いる外荷重算出条件は熱成層を考慮した条件より厳しい評価条件となる。



熱膨張による曲げモーメントと熱成層による曲げモーメントの  
作用メカニズムとその作用方向

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

熱膨張による荷重と熱成層を考慮した荷重を比較すると、熱成層を考慮した荷重は熱成層による曲げモーメントが熱膨張と反対側に作用するため、熱膨張のみを考慮した荷重よりも小さくなっている。

また熱成層によりサージ用管台に作用する曲げモーメントの変動は下図②に示すとおり、熱膨張の最大荷重より小さいことから、熱成層の発生・消滅によるサージ用管台の疲労に及ぼす影響は微小であると考えられる。

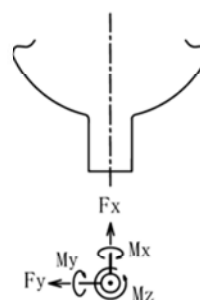
熱膨張による荷重と熱成層を考慮した荷重の比較

①	曲げモーメント (N-m)		
	Mx	My	Mz
各過渡中の最高温度における熱膨張の最大荷重			
熱成層を考慮した荷重			

②	曲げモーメント (N-m)		
	Mx	My	Mz
熱成層発生により作用する曲げモーメント変化分			

(注) z 軸は手前方向である。

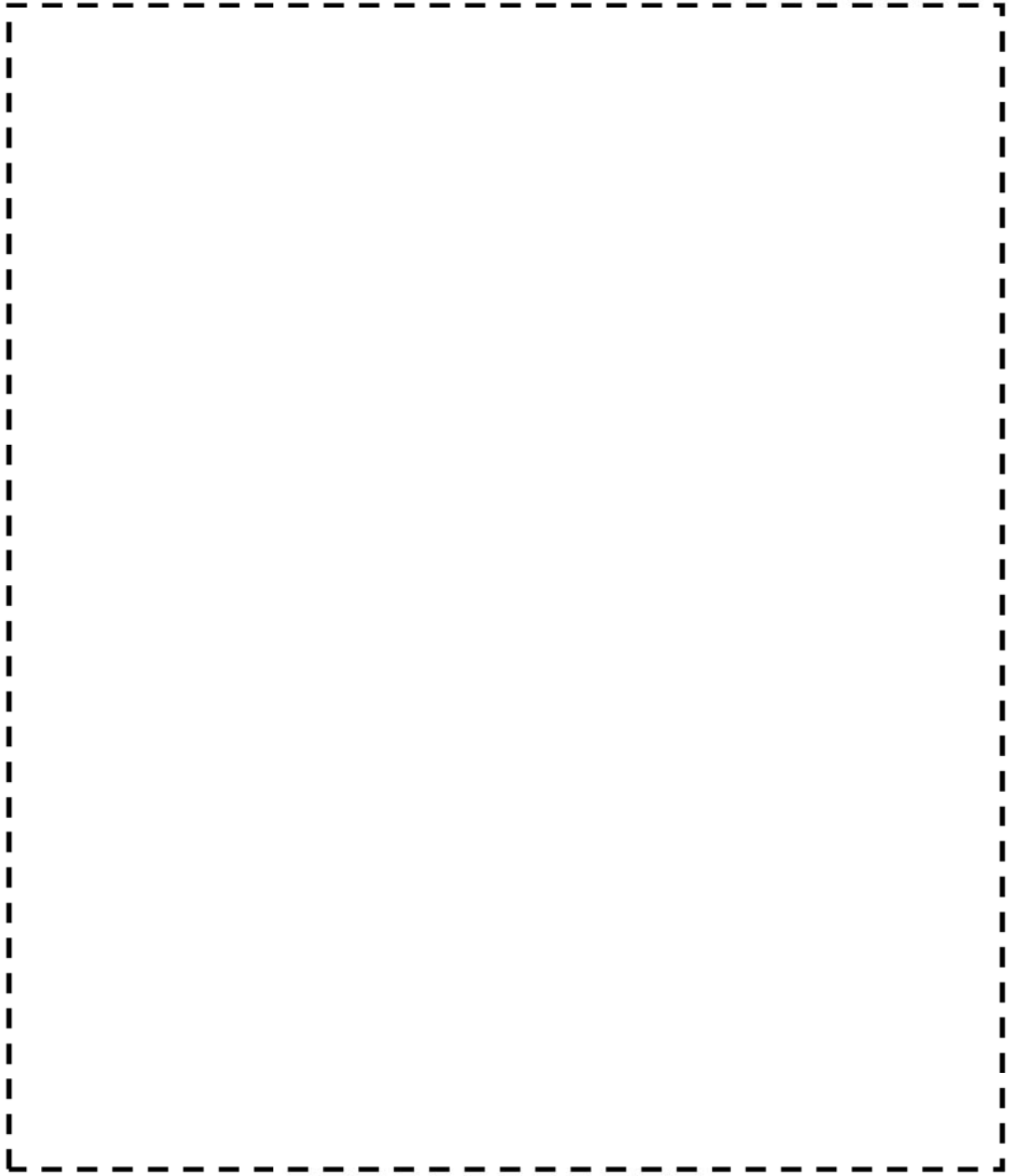


サージライン用管台の疲労評価時の過渡条件とサージ配管の過渡条件を比較すると、熱成層を考慮したサージ配管は起動時の冷水注入、停止時の冷水注入および負荷減少で2倍（インサージとアウトサージ分）となっているが、上記のとおり疲労に対する影響は微小であり、インサージ・アウトサージとも作用する曲げモーメントの向きは同一であるため、熱成層が繰り返し発生した場合においても影響は少ないと考えられる。

サージライン用管台の評価回数とサージ配管の熱成層発生回数

	評価回数	熱成層発生回数
起動時の冷水注入	468	
停止時の冷水注入	936	
負荷減少(負荷減少率5%/min)	691	
100%からの原子炉トリップ		
Ⅲ) 不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ	1	
出力運転中の非常用炉心冷却ループの誤起動	1	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



加圧器 スプレイライン用管台 評価点

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



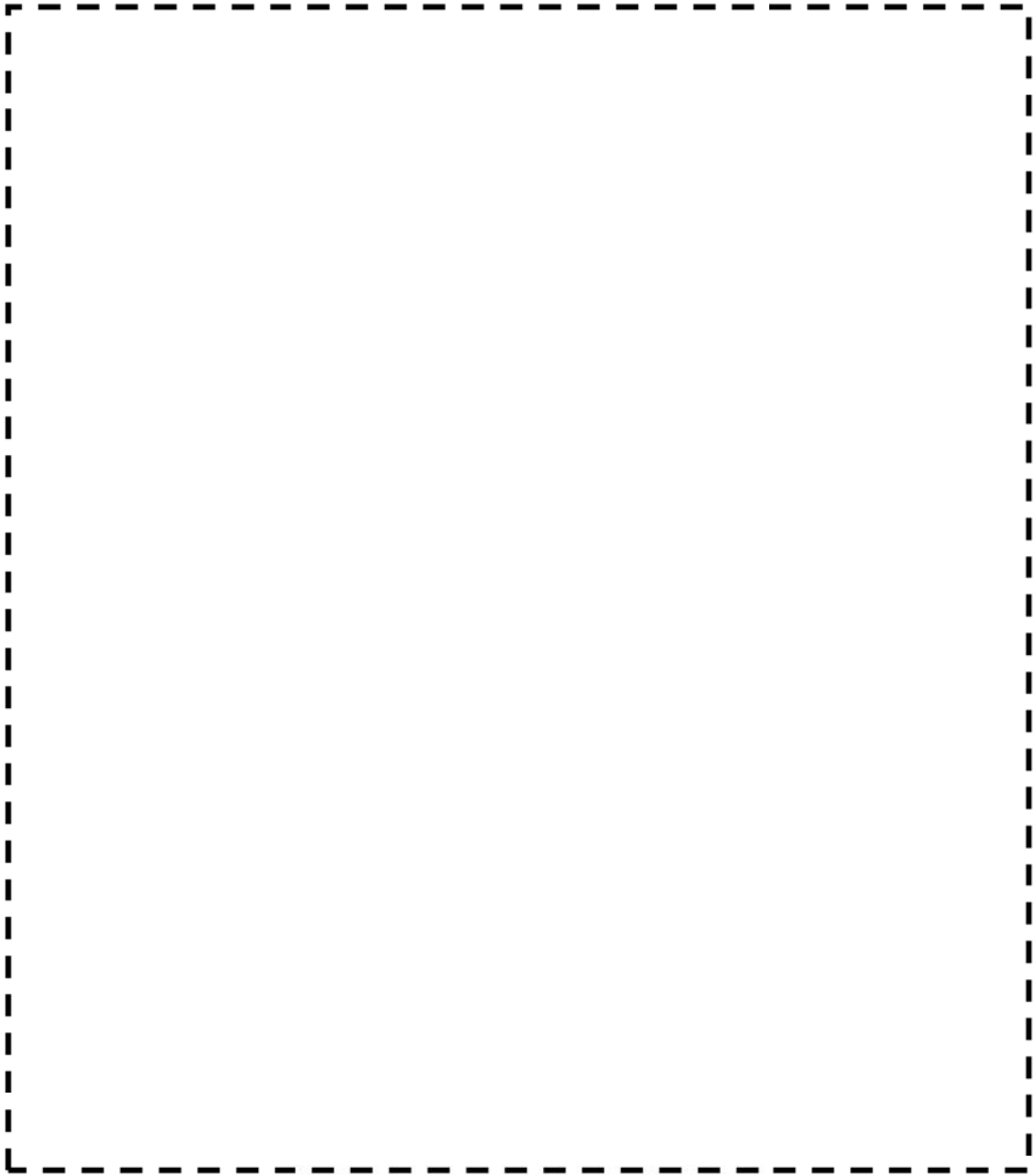
## スプレイライン用管台 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

許容値  $U_f=1.0$ 

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません





加圧器サージ管台 評価点

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

## 加圧器サージ管台 最大評価点の選定

評価点	U(S12)	U(S23)	U(S31)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			

許容値  $U_f = 1.0$ 

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

## 加圧器サージ管台 疲労評価結果 (評価点 : 19)

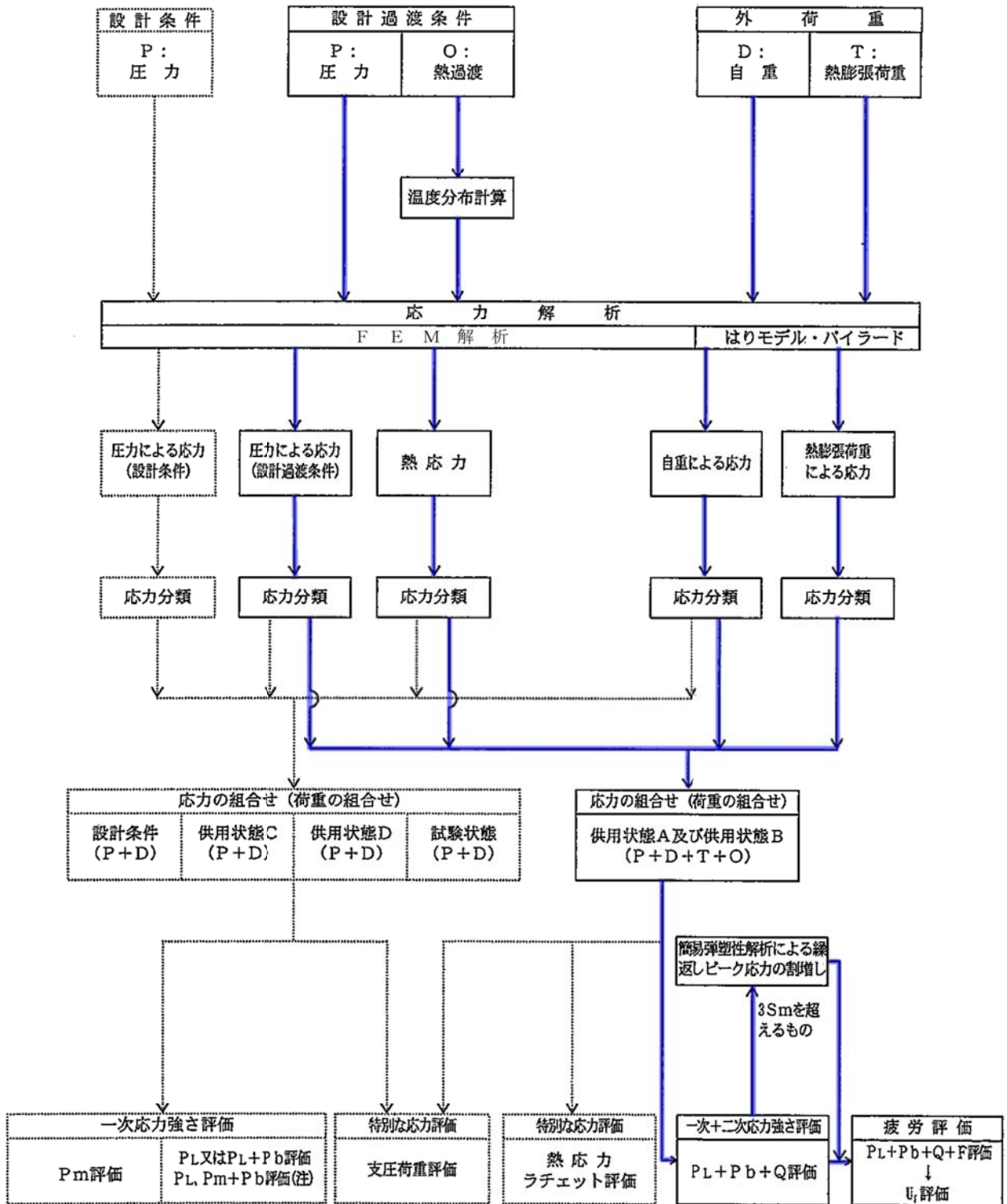
応力強さ (単位 : MPa)					繰返し回数		疲労係数
極大値	極小値	Ke	ALT	ALT'	N	N*	(=N/N*)
疲労累積係数 =							0.01635

→通常UF : 0.017

- Ke : 割増し係数  
 ALT : 繰返しピーク応力強さ  
 ALT' : ALTに(207000)/(材料の使用温度における縦弾性係数)を乗じて得た値  
 N : 設計繰返し回数  
 N\* : 許容繰返し回数

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

応力評価フロー



(注) 試験状態に適用  
(.....部分は本評価では対象外)

Ke 係数と環境疲労パラメータ (詳細評価手法)

【スプレイライン管台 (評価点 : 3)】

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回 数	許容繰返し 回 数	疲労累積係数	環境効果 補正係数	環境効果を考慮した 疲労累積係数
A	B	smax	smin	KE	補正前 salt	補正後 salt'	n	n*	u	fen	uen
<div style="border: 2px dashed black; width: 100%; height: 100%;"></div>											

合計 : 0.02149

→環境UF : 0.022

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

## 【サージライン管台（評価点：1）】

過渡条件 記号		一次+二次+ ピーク応力強さ		割り増し 係数	繰返しピーク 応力強さ		実過渡 回数	許容繰返し 回数	疲労累積係数	環境効果 補正係数	環境効果を考慮した 疲労累積係数
A	B	smax	smin	KE	補正前 salt	補正後 salt'	n	n*	u	fen	uen
										合計：	0.04718

(注) ひずみ振幅 $\leq 0.110\%$  (salt' $\leq 214.5$ ) の場合、fen=1.0

→環境UF：0.048

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



環境効果補正係数 (fen) の算出根拠

環境補正係数については、各過渡の温度、ひずみ履歴より値を読み取り、環境疲労評価手法に従って算出している。以下に環境補正係数が1を超える過渡の温度、ひずみ履歴を示す。

(1) スプレイン管用管台

a. 過渡2E2[1次系冷却系の異常な減圧] - 2E2[1次系冷却系の異常な減圧]

b. 過渡1B8[停止時の冷水注入(2.66MPa以下)(温度差110°C)] - 1B7[停止時の冷水注入(2.66MPa以下)(温度差110°C)]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

c. 過渡1A6[起動時の冷水注入 (温度差15°C)] - 1B6[停止時の冷水注入(2.66MPa以下) (温度差110°C)]

d. 過渡 1B3[停止時の冷水注入(2.66MPa以下) (温度差 110°C)] - 1B5[停止時の冷水注入(2.66MPa以下) (温度差 110°C)]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

(2) サージライン用管台

a. 過渡2G1[出力運転中の非常用炉心冷却系の誤起動]-2H1[1次系冷却系停止ループの誤起動]

b. 過渡NSS-1B2[停止時の冷水注入]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

c. 過渡2D3[100%からの原子炉トリップ(Ⅲ)不注意な冷却と安全注入を伴うトリップ]-1B2[停止時の冷水注入]

d. 過渡1C1[負荷上昇(負荷上昇率5%/min)]-1B2[停止時の冷水注入]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

e. 過渡2B1[外部電源喪失]-1B2[停止時の冷水注入]

f. 過渡1A2[起動時の冷水注入]-1B2[停止時の冷水注入]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

g. 過渡1A2[起動時の冷水注入] - 1A2[起動時の冷水注入]

h. 過渡1L1[1ループ停止 / 1ループ起動(I)停止] - 1A2[起動時の冷水注入]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

i. 過渡IDI[負荷減少(負荷減少率5%/min)]-1A2[起動時の冷水注入]



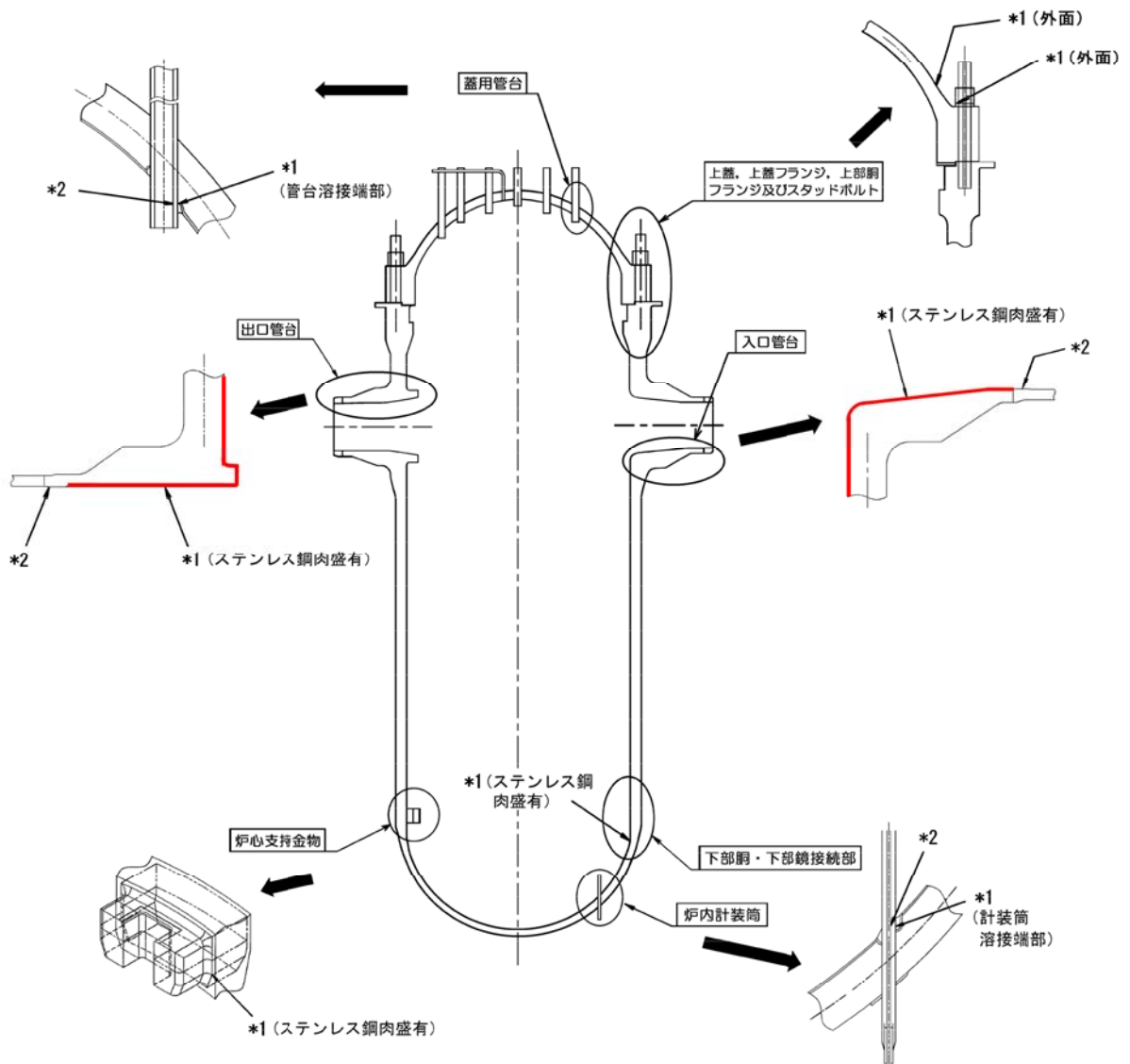
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜3号炉—低サイクル疲労—20 rev3

<p>タイトル</p>	<p>(一) ステンレス鋼クラッドにより接液しないことを理由に環境疲労評価を行っていない部位に対する、当該ステンレス鋼クラッドの健全性の確認の方法及び結果について</p>											
<p>説明</p>	<p>ステンレス鋼等クラッドにより接液していないとして環境疲労評価を行っていない部位がある機器は、原子炉容器、加圧器、蒸気発生器である。 (添付1) これらの機器のクラッド施工部については、定期的目視確認等<sup>※1</sup>を行い、クラッドの損傷など異常がないことを確認している。</p> <table border="1" data-bbox="422 770 1362 927"> <thead> <tr> <th></th> <th>点検方法</th> <th>周期</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>原子炉容器</td> <td>目視確認</td> <td>供用期間中検査</td> </tr> <tr> <td>加圧器</td> <td>目視確認<sup>※2</sup></td> <td rowspan="2">-</td> </tr> <tr> <td>蒸気発生器</td> <td>目視確認</td> </tr> </tbody> </table> <p>※1：維持規格においては、表面のき裂を検出するための目視試験（VT-1およびMVT-1）を定めているが、当該箇所を目視確認はこの条件を満たすものではない。ただし当該箇所に対して実施している目視確認にて、変形、剥がれ、発錆などクラッド損傷に伴う異常がないことは確認できている。</p> <p>※2：加圧器のクラッド施工部のうち疲労の蓄積が考えられるスプレイ管台、サージ管台の内側については、目視確認による確認が困難な場所である。しかし供用期間中検査としてコーナー部や溶接継手部の超音波探傷検査を実施している。この検査はクラッドを直接確認するための検査ではないが、クラッド施工部に異常がないことを確認できていると考えている。</p> <p>原子炉容器の点検結果を添付2に、加圧器の点検結果を添付3に、蒸気発生器の点検結果を添付4に例として示す。</p>		点検方法	周期	原子炉容器	目視確認	供用期間中検査	加圧器	目視確認 <sup>※2</sup>	-	蒸気発生器	目視確認
	点検方法	周期										
原子炉容器	目視確認	供用期間中検査										
加圧器	目視確認 <sup>※2</sup>	-										
蒸気発生器	目視確認											

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



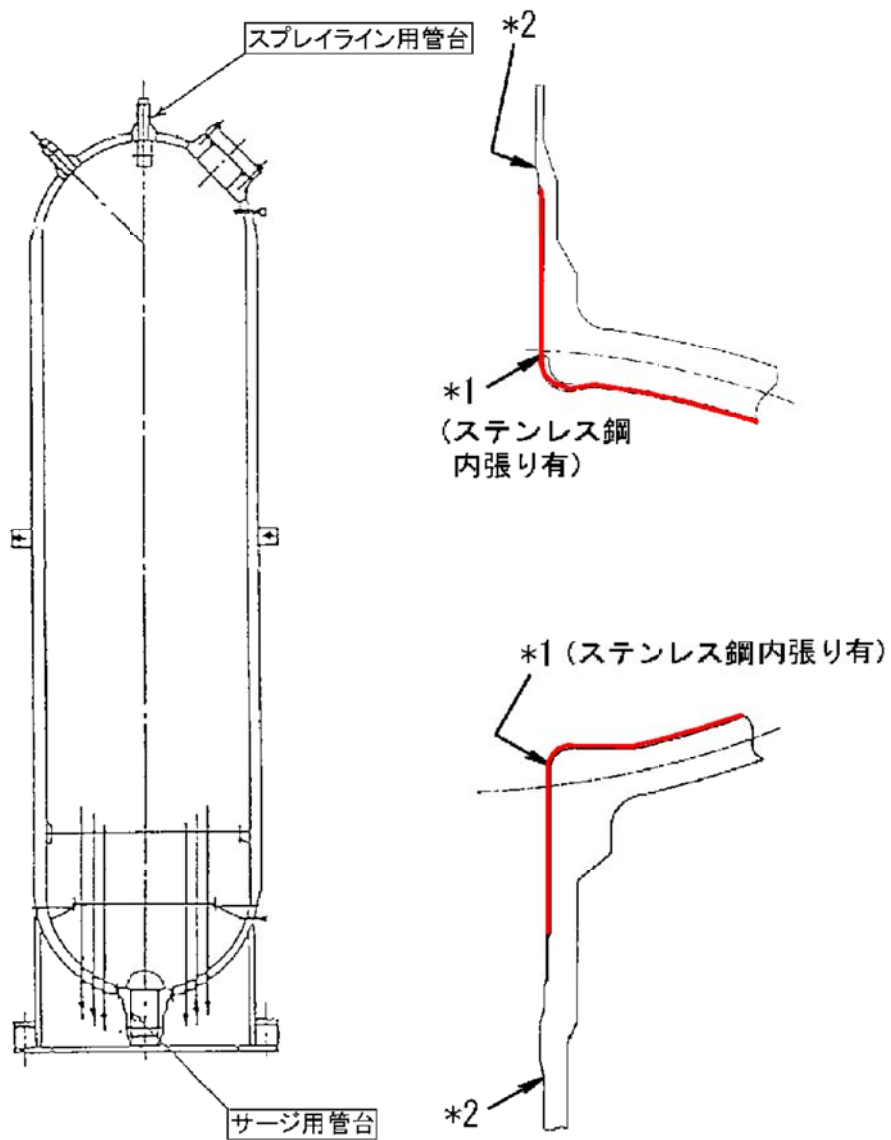


\* 1 : 「設計・建設規格」に基づく疲労評価対象部位(最大)  
(非接液部の場合は ( ) 内に理由を記載)

\* 2 : 「環境疲労評価手法」に基づく疲労評価対象部位(最大) (接液部が対象)

— クラッド施工部位 (なお原子炉容器内面は全面クラッド施工されている)

原子炉容器 疲労評価対象部位と管台クラッド施工部位

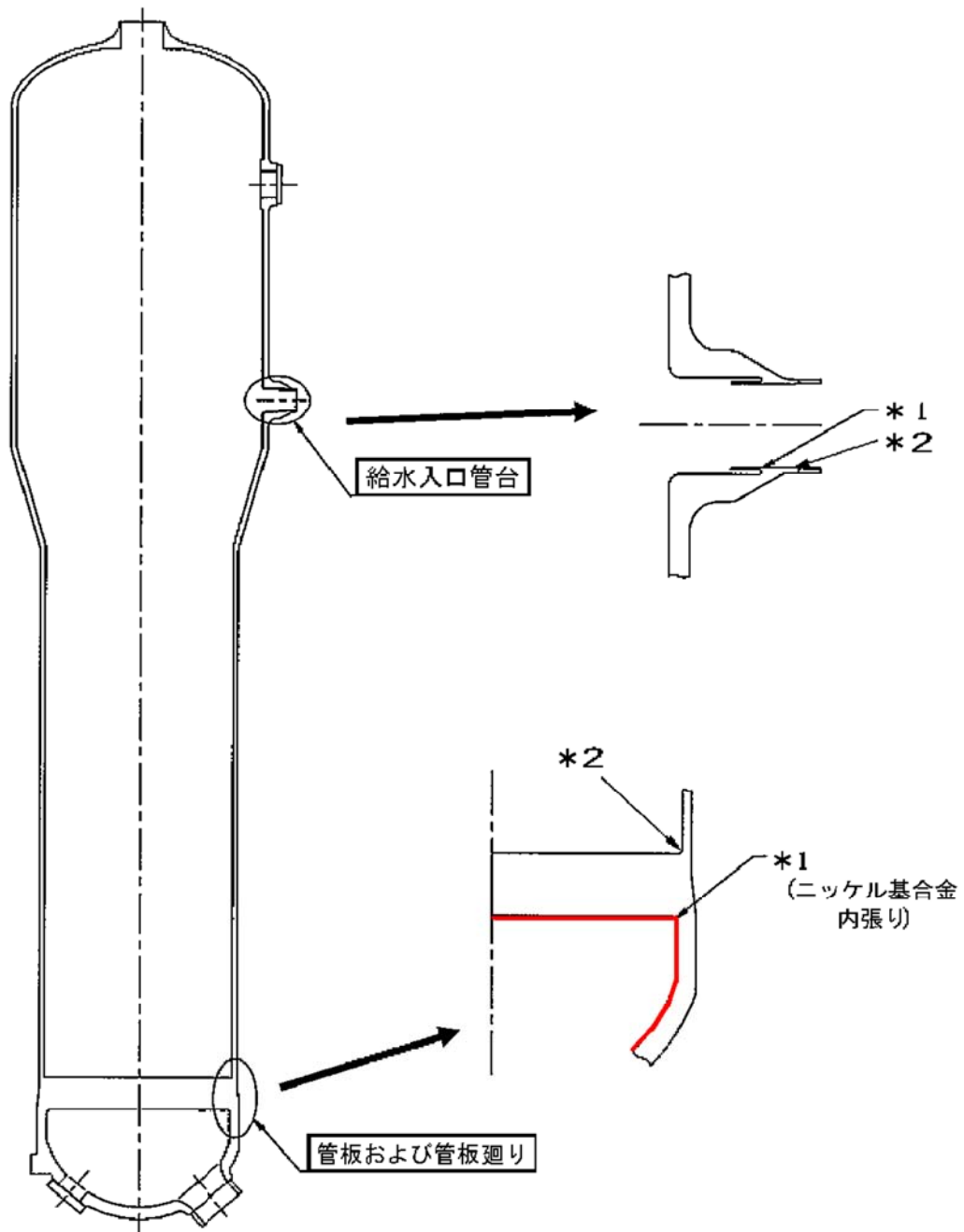


\* 1 : 「設計・建設規格」に基づく疲労評価対象部位(最大)  
(非接液部の場合は ( ) 内に理由を記載)

\* 2 : 「環境疲労評価手法」に基づく疲労評価対象部位(最大) (接液部が対象)

— クラッド施工部位 (なお加圧器内面は全面クラッド施工されている)

加圧器 疲労評価対象部位とクラッド施工部位



\* 1 : 「設計・建設規格」に基づく疲労評価対象部位(最大)

(非接液部の場合は ( ) 内に理由を記載)

\* 2 : 「環境疲労評価手法」に基づく疲労評価対象部位(最大) (接液部が対象)

— クラッド施工部位

関西電力株式会社 美浜発電所

第3号機 第21回

定期事業者検査成績書

設備名：原子炉本体

原子炉冷却系統設備

計測制御系統設備

検査名：第1種機器供用期間中検査

要領書番号：M3-21-101

非破壊検査記録 ( 1/1 )

検査年月日 平成 17 年 7 月 13 日  
 検査員 XXXXXXXXXX

項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器	検査箇所		
G1.60	G-P-1	原子炉容器	炉心領域外の内部取付物	100%		
検査 実施 内容	目視検査	1. 直接目視検査 (VT- )      ② 遠隔目視検査 (VT-3 水中テレビ)				
	表面検査	浸透探傷検査	探傷剤	温度	浸透時間	現像時間
		磁粉探傷検査	探傷器	磁粉	試験片	その他
	体積検査	超音波探傷検査	探傷器	探触子	試験片	感度
		放射線透過検査	リジェクション OFF	接触媒質	パルス幅	
			線源	線源寸法	線源・フィルム間距離	増感紙
		透過度計の型	透過度計の位置	材厚	はさみ金	
	検査結果	検査項目	結果	備考		
		目視検査	良			
		表面検査	浸透探傷検査	検査員:		
		磁粉探傷検査	検査員:			
	体積検査	超音波探傷検査	検査員:			
		放射線透過検査	検査員:			
評価						

A クラス

機械技術  
アドバイザー

関  
電

課長	係長	班長	係
----	----	----	---

関西電力(株) 美浜発電所 3 号機

第 24 回 定 検 工 事

工事件名 タービン主機他一般設備定期点検工事の内  
1次系熱交換器他定期点検工事

総括報告書兼定期点検工事記録

確 認	定検等管理委託会社			作 成 お よ び 可 確 認	定期検査工事請負会社:	
	課長	受託責任者	定検管理員		現場代理人	技術指導員

工事コード  
091P004621M100

発行	美浜事業所				作成	平成 22 年 4 月 14 日							
作 成 認 可 欄	現場代理人	副所長	次長	安全	品管	原紙保管	機械 課 機械D 係						
						文書番号	M3-24-機D-0109-E						
	異物	放管	課長	係長	係	配 布 先	関 電					控 え	合 計

検査3号 第24回-1次高圧交換機定期検査実施報告書

加任者  
所長 高橋 隆

外観検査		各部計測記録検査	
検査名	検査者	検査名	検査者
立会区分	作業責任者	立会区分	作業責任者
日付	1/14	日付	1/14
結果	○	結果	○
確認者	△	確認者	△

【立会区分】  
○：作業完了後立会  
△：作業記録の審査 /：該当なし  
【点検結果の表示】  
レ：異常なし ▲：異常あり

瞬間計測記録検査	
検査名	検査者
立会区分	作業責任者
日付	1/14
結果	○
確認者	△

**判定基準**  
\* 表面に損傷・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形及び腐蝕がないこと。

判定年月日：H22.1.14 判定者：△ 検査結果：△

点検対象	点検方法	検査年月日	点検結果	備考
マンホール蓋	目視	H22.1.14	○	
マンホールシールド蓋	目視	H22.1.14	○	
インサートプレート	目視	H22.1.14	○	
マンホールシールド蓋	目視	H22.1.14	○	
内風状況	目視	H22.1.14	○	

**各部計測記録 (参考値)**

計測者：△

項目	単位	1	2	3	4	5	6	7	8
マンホール蓋厚さ	mm	H22	1/14						
インサート厚さ	mm	H22	1/14						
マンホールシールド厚さ	mm	H22	1/14						
インサート本体の厚さ	mm	H22	1/14						
マンホールシールド厚さ	mm	H22	1/14						

a寸法 - c寸法 - 圧縮率 + b寸法 = 計測値  
備考

**瞬間計測記録 (参考値)**

計測者：△

項目	単位	1	2	3	4	5	6	7	8
マンホール蓋厚さ	mm	H22	1/14						
インサート厚さ	mm	H22	1/14						
マンホールシールド厚さ	mm	H22	1/14						
インサート本体の厚さ	mm	H22	1/14						
マンホールシールド厚さ	mm	H22	1/14						

規定トルク値：目録  
ガスケット圧縮率 (参考)  
ガスケット圧縮率のバリエーション  
H22.1.14 判定者：△

**瞬間計測記録**

計測者：△

項目	単位	1	2	3	4	5	6	7	8
マンホール蓋厚さ	mm	H22	1/14						
インサート厚さ	mm	H22	1/14						
マンホールシールド厚さ	mm	H22	1/14						
インサート本体の厚さ	mm	H22	1/14						
マンホールシールド厚さ	mm	H22	1/14						

規定トルク値：目録  
ガスケット圧縮率 (参考)  
ガスケット圧縮率のバリエーション  
H22.1.14 判定者：△

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

電機係課(第3分用)				A クラス						
電気技術 アドバイザー	機械技術 アドバイザー	課長	係長	班長	係	原子炉保修課	課長	係長	班長	担当

関西電力(株)美浜発電所3号機

第22回定検

原子炉容器他主要設備定期点検工事のうち  
1次系機器供用期間中検査工事  
(総括表紙)

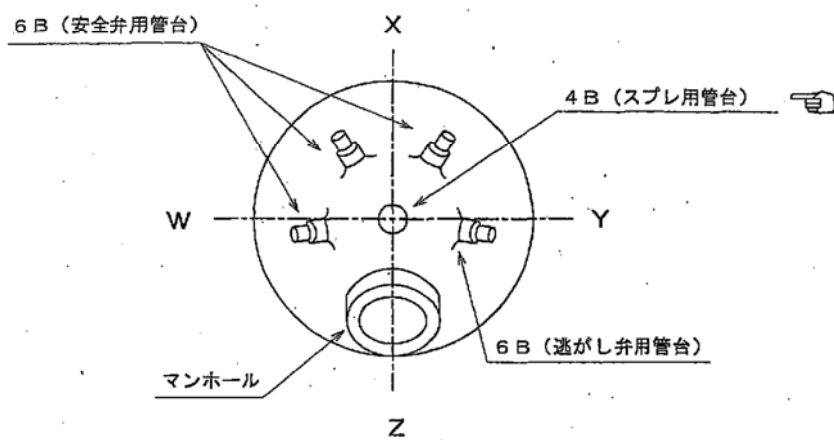
総括報告書

発行		[Redacted] : クラスB		美浜定検作業所		作成		平成19年8月2日	
作業所図書番号		改訂		0		所長		副所長 班長	
現地	配布先	関電	作業所	控	関連資料図書番号				
	1	1		1					
内容		注文主		工事番号		年月日		[Redacted]	
本文		- 枚		アイテム		照合者		美浜定検作業所	
図表		- 枚		2215203				部長 次長 Gr長 担当 作成	
表紙共備考		748 枚							
		KMN-3							
						作成		平成 年 月 日	
						出図		平成 年 月 日	
配布先						図書		番号	
						1			



加圧器検査箇所図 (5/9)

項目番号	B3.40	カテゴリ	B-D
検査対象箇所	管台内面の丸みの部分 スプレ用管台内面の丸みの部分		
全検査箇所	6箇所	検査方法	UT
10年間の検査範囲	管台数の25% (2箇所)	当年度検査箇所	1箇所



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

非破壊検査記録 (一/一)

検査年月日 平成 19 年 6 月 25 日

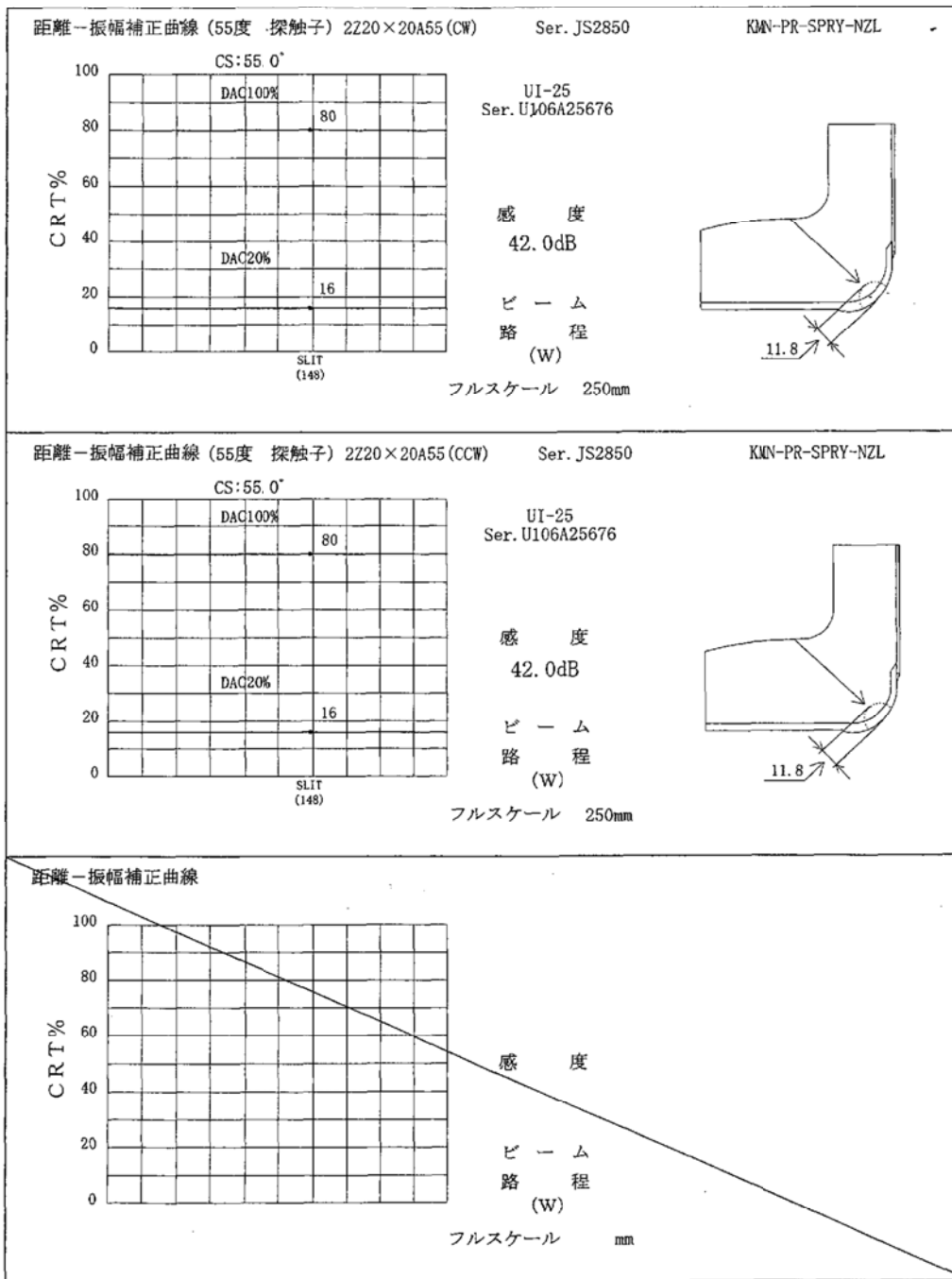
関西電力㈱ [Redacted] (記録確認)

項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器	検査箇所
B3.40	B-D	加圧器	管台内面の丸みの部分 スプレ用管台内面の丸みの部分	1箇所
検査実施内容	目視検査	1. 直接目視検査(VT-) 2. 遠隔目視検査(VT-)		
	表面検査	探傷剤	温度	浸透時間
	体積検査	探傷器	探触子	試験片
	体積検査	UI-25	2Z20×20A55(CW) 2Z20×20A55(CCW)	KMN-PR-SPRY-NZL CRT 80% 42.0dB CRT 80% 42.0dB
	体積検査	リジェクション OFF	接触媒質 ソニコート	パルス幅 -
検査実施結果	検査項目		結果	備考
	目視検査			
	表面検査	浸透探傷検査		検査員: [Redacted]
体積検査	超音波探傷検査	良	検査員: [Redacted] NDIS UT2	
<p>評価</p> <p>Xの起点: 加圧器のW芯を0°とし、X芯を90°とした。                  Yの起点: W-505-1の中心を0mmとした。                  管台形状の為、管台側へY=7mm以下探傷不可。                  斜角55°(CW): 20%DACを超える反射波を認めず。                  斜角55°(CCW): 20%DACを超える反射波を認めず。</p> <p style="text-align: right;">試験員: [Redacted] NDIS UT3</p>				

超音波探傷検査 (UT) 記録

検査箇所 スプレ用管台内面の丸みの部分

溶接線番号



検査日付 平成19年 6月13日 試験員 [REDACTED] NDIS UT3

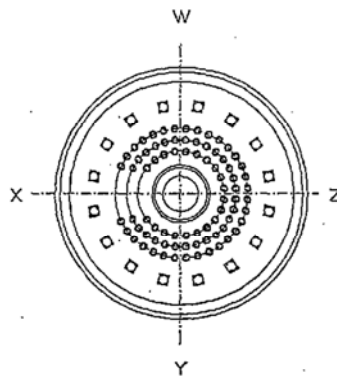
スプレ用管台内面の丸み部の超音波探傷にあたっては、上記校正記録のとおり管台内面の深さ11.8mmのスリットに対して、外面探傷によるエコーが80%スケールとなるように校正しています。記録レベルはDAC20%として、公称厚さ [ ] のクラッドを有する丸み部の測定をしています。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



加圧器検査箇所図(4/5)

項目番号	B3.40	カテゴリ	B-D
検査対象箇所	管台内面の丸みの部分 サージ用管台内面の丸みの部分		
全検査箇所	6箇所	検査方法	UT
7年間の検査範囲	管台数の25% (2箇所)	当年度検査箇所	1箇所



地側より見る。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

非破壊検査記録 (2/2)

関西電力	OA	作業責任者
H22 3/7	H22 3/7	H22 3/7
(記録係)	(記録係)	(記録係)

検査年月日 平成22年3月 / 日

検査員

項目番号	カテゴリ	機器名	検査の対象機器	検査箇所
B3.40	B-D	加圧器	管台内面の丸みの部分 サージ用管台内面の丸みの部分	1箇所

検査実施内容	目視検査	1. 直接目視検査(VT-) 2. 遠隔目視検査(VT-)				
	表面検査	浸透探傷検査	探傷剤	温度	浸透時間	現像時間
		超音波探傷検査	探傷器	探触子	試験片	感度
	体積検査	超音波探傷検査	UI-25	2220×20A55 (CW) 2220×20A55 (CCW)	KMN-PR-SURG-NZL	CRT 80% 44.5dB CRT 80% 44.0dB
		リジェクション	OFF	接触媒質	パルス幅	
			OFF	ソニックコート	—	

検査実施結果	検査項目		結果	備考
	目視検査			
	表面検査	浸透探傷検査		検査員:
	体積検査	超音波探傷検査	良	検査員: UTレベル3

評価

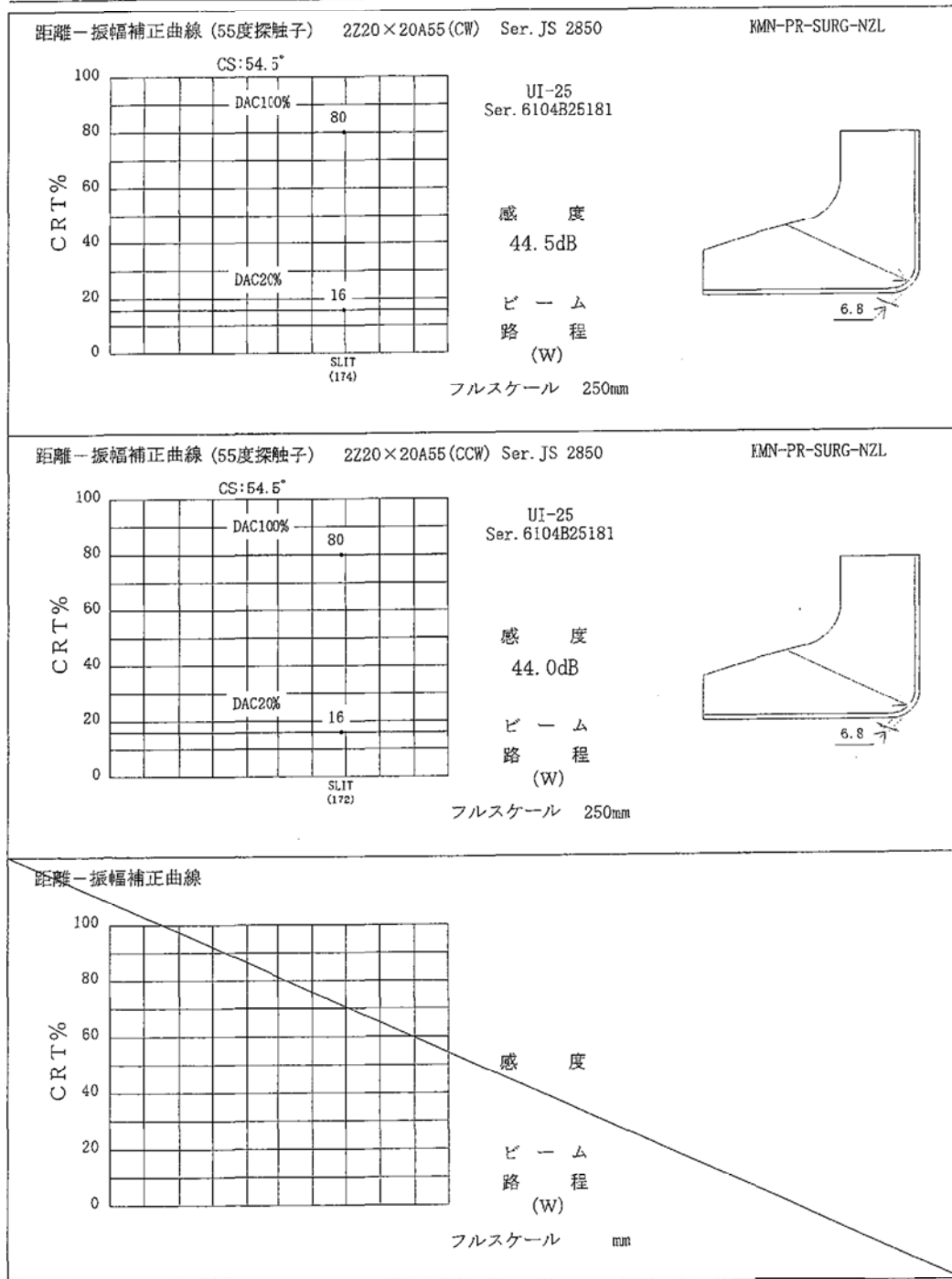
Xの起点: X芯を起点とし、Y芯方向を(+)とした。  
 管台形状のため、一部探傷不可。  
 斜角5°(CW): DAC20%を超える反射波を認めず。  
 斜角5°(CCW): DAC20%を超える反射波を認めず。

試験員: UTレベル3

超音波探傷検査 (UT) 記録

検査箇所 サージ用管台内面の丸みの部分

溶接線番号



検査日付 平成22年 1月 6日

試験員

UT 14#3

256

サージ用管台内面の丸み部の超音波探傷にあたっては、上記校正記録のとおり管台内面の深さ6.8mmのスリットに対して、外面探傷によるエコーが80%スケールとなるように校正しています。記録レベルはDAC20%として、公称厚さ「        」のクラッドを有する丸み部の測定をしています。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



A クラス

課長 係長 班長 係  
 原子炉係 係長

機械技術  
アドバイザー

関西電力(株) 美浜発電所 3号機

第 2 5 回 定 検

蒸気発生器内部点検工事

総 括 報 告 書  
 兼定期点検工事記録

原子力技術資料クラスB												
発行		美浜定検作業所				作成		平成 23 年 6 月 23 日				
作業所図書番号		改訂	現場代理人	副所長	品管	安全	放管	工事統括	異物	班長	作責	作成
KM3-25-D106		0										
現地	関電	作業所控										関連資料図書番号
配布先	1	1										1
内 容		注文主		工事番号	年 月 日							
本文	一 頁	関西電力(株) 美浜発電所 第 3 号機		アイテム	照 合 者		[ 機器・燃料部 ]					
図表	一 枚			2215525			部長	次長	Gr長	担当	作成	
表紙共	61 枚											
備考												
						作成	平成	年	月	日		
						出書	平成	年	月	日		
配布先										控	図書番号	改訂
										1		



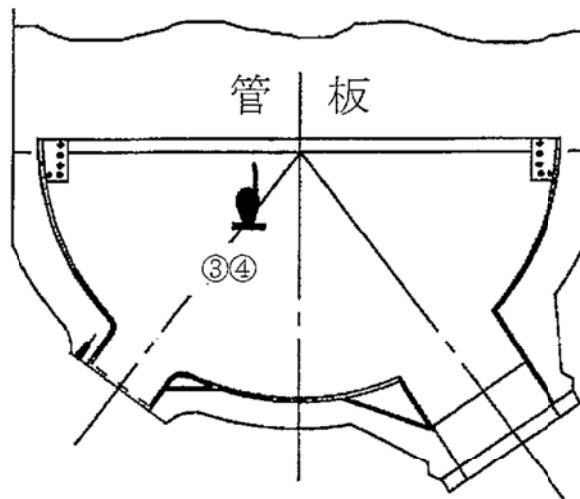
**蒸気発生器 1次側内部点検記録**

(1次側水室内)

\*異常なし→良 記入後サイン  
\*異常あり→別紙にて報告すること。

点検箇所	③管板 (伝熱管シール溶接部) [HOT側] 管板下部伝熱管取付け溶接部の表面に機能・性能に影響を及ぼすおそれのあるき裂、打こん、変形及び磨耗がないこと。					
	点検月日	点検者	点検結果	三菱確認	関電確認	備考
A-S/G	H23 6/11		良			
B-S/G	H23 6/13		良			
C-S/G	H23 6/14		良			

点検箇所	④管板 (1次側肉盛部) [HOT側] 1次側肉盛部の表面に機能・性能に影響を及ぼすおそれのあるき裂、打こん、変形及び磨耗がないこと。					
	点検月日	点検者	点検結果	三菱確認	関電確認	備考
A-S/G	H23 6/11		良			
B-S/G	H23 6/13		良			
C-S/G	H23 6/14		良			

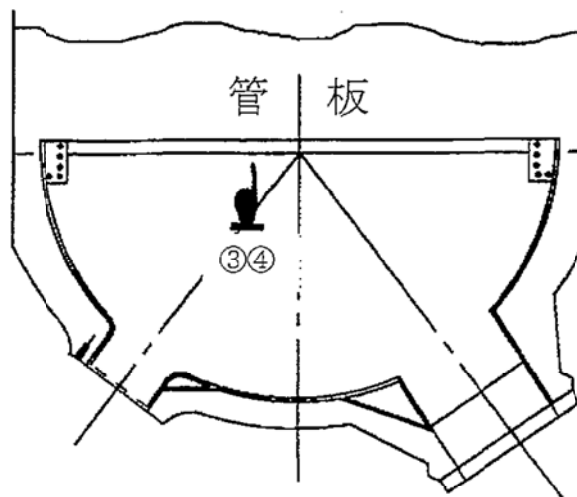


**蒸気発生器 1 次側内部点検記録**  
(1 次側水室内)

\* 異常なし→良 記入後サイン  
\* 異常あり→別紙にて報告すること。

点検箇所	③管板 (伝熱管シール溶接部) [COLD側] 管板下部伝熱管取付け溶接部の表面に機能・性能に影響を及ぼすおそれのあるき裂、打こん、変形及び磨耗がないこと。					
	点検月日	点検者	点検結果	三菱確認	関電確認	備考
A-S/G	H23 6/11		良			
B-S/G	H23 6/13		良			
C-S/G	H23 6/14		良			

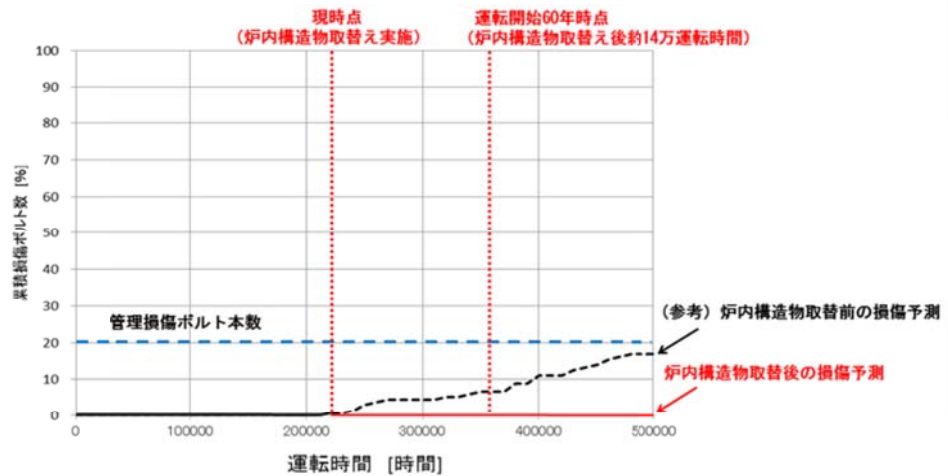
点検箇所	④管板 (1 次側肉盛部) [COLD側] 1 次側肉盛部の表面に機能・性能に影響を及ぼすおそれのあるき裂、打こん、変形及び磨耗がないこと。					
	点検月日	点検者	点検結果	三菱確認	関電確認	備考
A-S/G	H23 6/11		良			
B-S/G	H23 6/13		良			
C-S/G	H23 6/14		良			



美浜3号炉-IASCC-13Rev.3

タイトル	バッフルフォーマボルトの運転開始後60年時点までのボルト損傷予測について。
説明	<p>バッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れ発生可能性については、「原子力安全基盤機構 照射誘起応力腐食割れ(IASCC)評価技術に関する報告書」に示された評価ガイド(案)(以下、「評価ガイド」)および「原子力安全推進協会 PWR炉内構造物点検評価ガイドライン[バッフルフォーマボルト]」の考え方にに基づき以下のとおり評価している。</p> <p>① 運転時間(照射量)によって変動するバッフルフォーマボルトの応力履歴を算出する(添付-1)</p> <p>↓</p> <p>② 評価ガイドに定められている IASCC 割れ発生しきい応力線図と①で算出したバッフルフォーマボルトの応力履歴を重ね合わせる</p> <p>↓</p> <p>③ バッフルフォーマボルトの応力履歴が IASCC 割れ発生しきい応力線図を超えた時点を照射誘起型応力腐食割れの発生時間とする</p> <p>割れ発生予測評価概念図 [出典：「照射誘起応力腐食割れ (IASCC) 評価技術に関する報告書」 (独) 原子力安全基盤機構]</p>

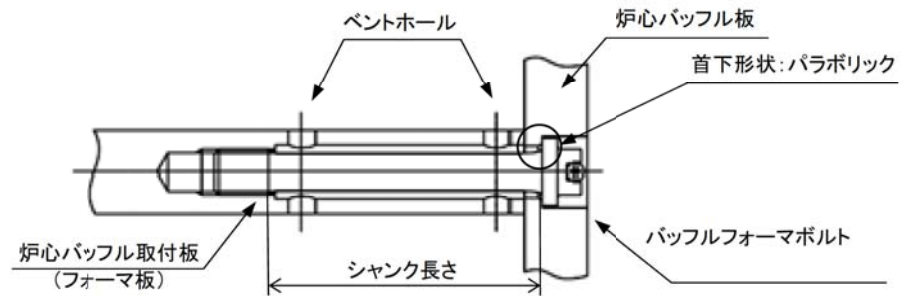
上記評価の結果、運転開始後60年時点（炉内構造物取替後約14万時間）までにバッフルフォーマボルト（全数）の応力履歴がIASCC割れ発生応力しきい線図を超えることはなく、IASCCは発生しないと評価している。



バッフルフォーマボルトの累積損傷本数の予測

<補足説明事項>

- 管理損傷ボルト本数は、日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格に記載のとおり、許容損傷ボルトパターン（最上段および最下段のボルトのみ健全でそれ以外は損傷しているパターン）に3倍の余裕をとって設定している。美浜3号炉の許容損傷ボルトパターンは5段/7段＝71.4%であるため、これに3倍の余裕をとることで管理損傷ボルト本数は $71.4/3=23.8\%$ 、これを丸めて20%とし、ボルト全数672本の20%にあたる134本が管理損傷ボルト本数となる。
- 美浜3号炉の運転開始後60年（炉内構造物取替後約14万時間）における照射量(dpa)は最大のバッフルフォーマボルトで約22dpaである。
- 美浜3号炉のバッフルフォーマボルトの仕様を以下に示す。
  - ・材料：G316CW 1
  - ・首下形状（R）：パラボリック
  - ・シャンク長さ：97, 83, 70mm
  - ・ベントホール有（2個）



○スウェリングの評価について

今回の応力評価におけるスウェリングの影響については、米国の高速実験炉EBR-II炉心の中性子反射体要素(SUS304材)から採取したデータを基に作成したdpaレイト補正Foster-Flinn式(下式)を用いて評価している。本評価式は照射量、dpaレイト(照射速度)、温度のスウェリング量への影響を定式化したものとなっている。

スウェリングによる体積膨張率

$$S = \% \frac{\Delta V}{V_0} = A \cdot \left( \frac{\text{dpa} \times 10^7}{1.25} \right)^{-0.73} \cdot \left( \frac{\text{dpa}}{4.9} \right)^2$$

$\Delta V$ : スウェリングによる体積膨張量

$V_0$ : スウェリング前の体積

$\% \Delta V / V_0$ :  $\Delta V / V_0 \times 100$  [%]

$\dot{\text{dpa}}$  = dpaレイト [dpa/sec]

$A = \exp(-1.591 + 0.245T - 1.210T^2 - 1.384T^3 - 1.204T^4)$

$T = (T' [\text{°C}] - 490) / 100$        $T'$ : 評価箇所温度[°C]

○照射下クリープの評価について

今回の応力評価における照射下クリープの影響については、国プロ「照射誘起応力腐食割れ(IASCC)評価技術」事業において示された照射下クリープ評価式を用いた評価を行っている。

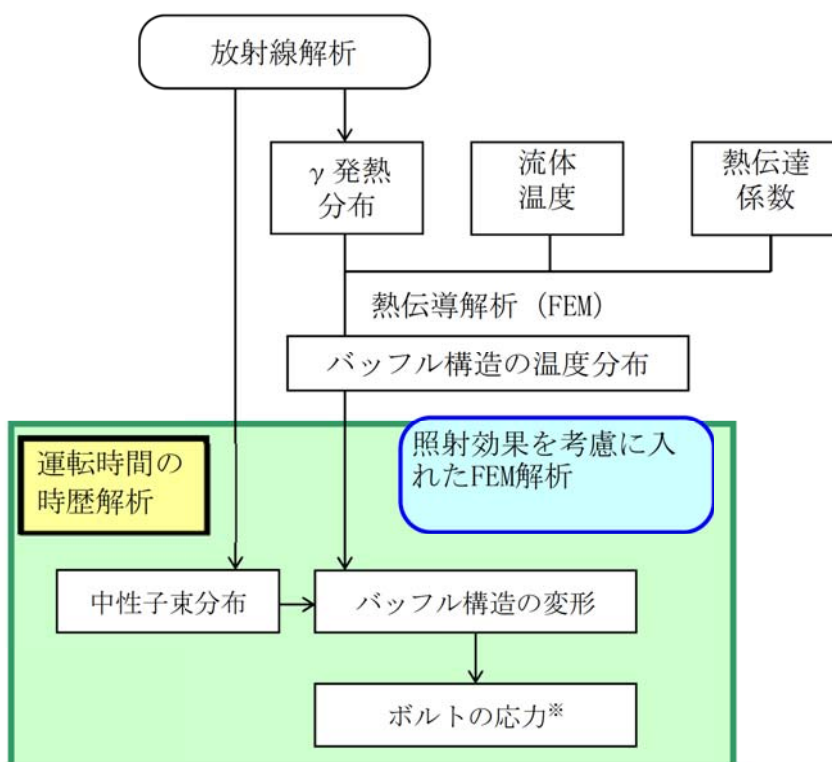
本評価式は、Halden炉での約1dpaまでの照射下クリープデータ(遷移クリープ、定常クリープ両方のデータ)に基づき作成されたものであり、この照射量(1dpa)は、実機PWRと同等の照射速度、現実的な照射時間(約2年間)で定常クリープ領域に達するのに必要な照射量として設定されたものである。

また、加速クリープの影響については、高照射領域での照射下クリープデータがないため考慮されていないが、考慮しない方が保守的(クリープが小さい方がボルトの応力緩和が小さくなる)であることから、実機評価を行う上では問題ないと考えている。

なお、評価ガイドにおいて、照射下クリープについて本評価式を用いることとされている。

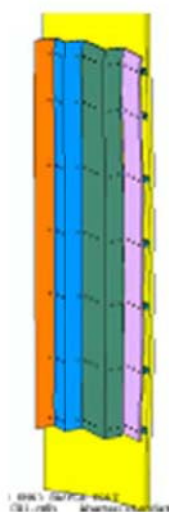
以上

バッフルフォーマボルトの応力評価手法について

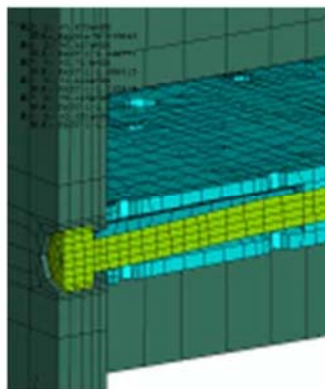


※ボルトの応力は、バッフル構造全体をモデル化したグローバルモデル解析で算出したボルト首下一般部の応力に係数「 $\alpha$ 」を掛けて応力を算出している。

炉内構造物取替え前のバッフルフォーマボルトの損傷評価において、バッフル構造全体をモデル化したグローバルモデル解析とボルト周辺部を詳細にモデル化したローカルモデル解析によるボルト応力評価を実施しており、このグローバルモデル解析とローカルモデル解析で算出した全ボルトの応力履歴の比を算出し、最大の比を係数としている。



《全体図》



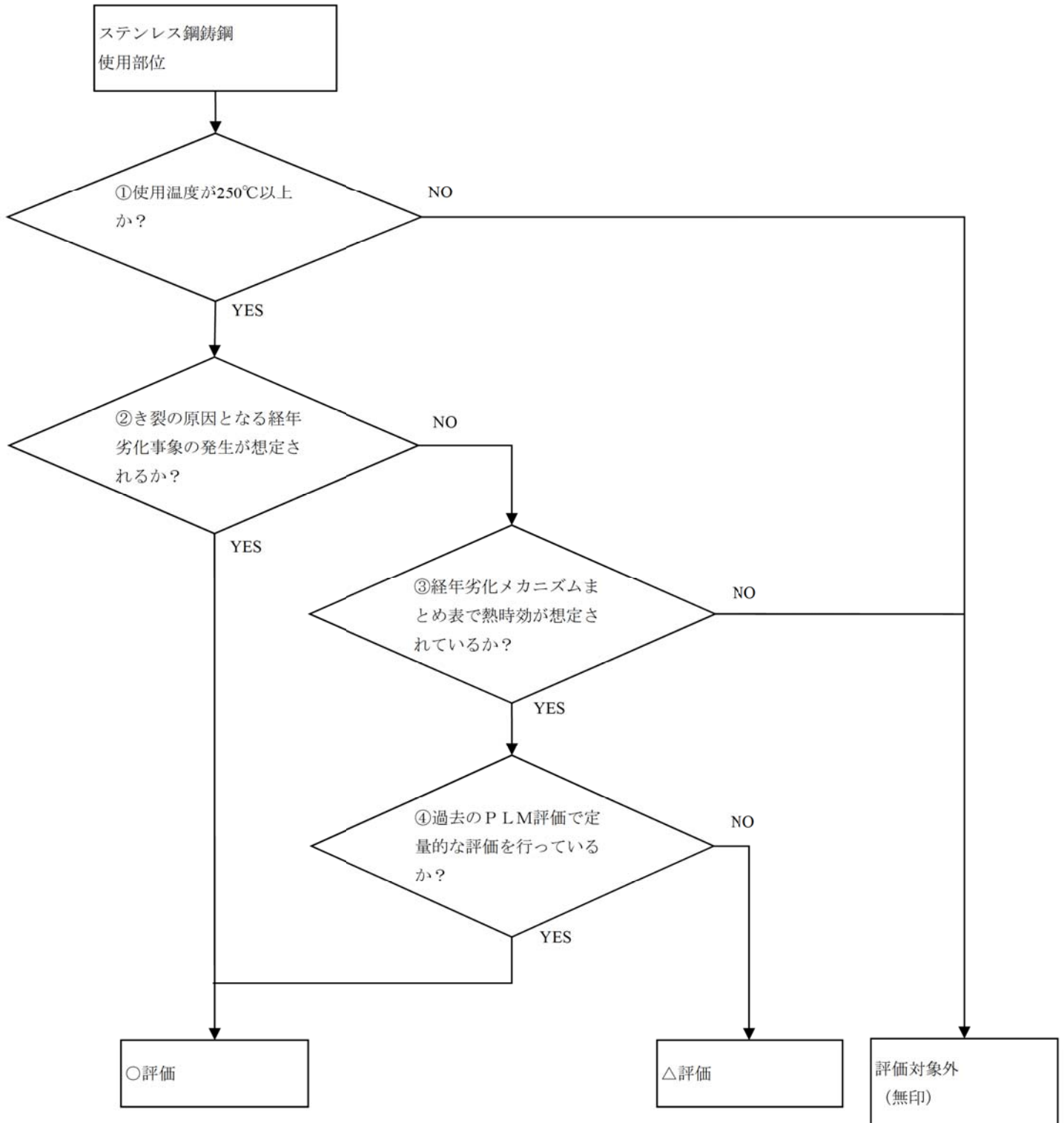
《ボルト部拡大図》

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜3号炉－熱時効－1 rev2

タイトル	ステンレス鋼製機器の熱時効劣化評価対象物の抽出プロセスについて																
説明	<p>ステンレス鋼製部位に対する評価の考え方（熱時効スクリーニングフロー）を添付1に示す。 また、本フローに基づき選定した結果の一覧を添付2に示す。 本スクリーニングの結果、○評価として1次冷却材ポンプのケーシング及び1次冷却材管を選定した。</p> <p>なお、添付2の表において、評価C（経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効を想定しているが、過去のPLM評価で定量的な評価を行っていないもの）としている下記表記載の部位について、○評価としない理由を対応する別添に記載する。</p> <p>表1 別添対応表</p> <table border="1" data-bbox="550 1077 1233 1424"><thead><tr><th>部位名称</th><th>別添番号</th></tr></thead><tbody><tr><td>1次冷却材ポンプ羽根車</td><td>別添－1</td></tr><tr><td>加圧器スプレイング</td><td>別添－2</td></tr><tr><td>余熱除去ポンプ入口弁</td><td>別添－3</td></tr><tr><td>抽出水第1しゃ断弁</td><td>別添－4</td></tr><tr><td>原子炉容器連絡逆止弁</td><td>別添－5</td></tr><tr><td>加圧器安全弁</td><td>別添－6</td></tr><tr><td>制御棒クラスタ構成品 (スパイダー、ベーン、フィンガ)</td><td>別添－7</td></tr></tbody></table>	部位名称	別添番号	1次冷却材ポンプ羽根車	別添－1	加圧器スプレイング	別添－2	余熱除去ポンプ入口弁	別添－3	抽出水第1しゃ断弁	別添－4	原子炉容器連絡逆止弁	別添－5	加圧器安全弁	別添－6	制御棒クラスタ構成品 (スパイダー、ベーン、フィンガ)	別添－7
部位名称	別添番号																
1次冷却材ポンプ羽根車	別添－1																
加圧器スプレイング	別添－2																
余熱除去ポンプ入口弁	別添－3																
抽出水第1しゃ断弁	別添－4																
原子炉容器連絡逆止弁	別添－5																
加圧器安全弁	別添－6																
制御棒クラスタ構成品 (スパイダー、ベーン、フィンガ)	別添－7																

熱時効スクリーニングフロー





## ステンレス鋼使用部位の評価一覧

<評価根拠>	
A:	使用温度が250℃未満
B:	き裂の原因となる経年劣化現象の発生が想定されない、かつ経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されない
C:	経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されているが過去のPLM評価で定量的な評価を行っていない(△事象として選定)
D:	経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されており、過去のPLM評価で定量的な評価を行っている(○事象として選定)

機種	機器	部位	①最高使用温度	②使用温度	③き裂を想定？	④まとめ表で想定？	⑤過去に定量評価？	PLM評価	評価根拠	
ポンプ	海水ポンプ	羽根車	40	-	-	-	-	-	A	
		案内羽根、吸込口、中間軸受箱			-	-	-	-	A	
	充てん/高圧注入ポンプ	羽根車	150	-	-	-	-	-	A	
	1次系冷却水ポンプ	羽根車	95	-	-	-	-	-	A	
	タービン動補助給水ポンプ	羽根車	40	-	-	-	-	-	A	
		ケーシングカバー			-	-	-	-	A	
	余熱除去ポンプ	羽根車	200	-	-	-	-	-	A	
		ケーシング、ケーシングカバー			-	-	-	-	A	
	復水ポンプ	羽根車	80	-	-	-	-	-	A	
		羽根車			343	289	x	○	x	△
ケーシング		x					○	○	○	D
		主フランジ		130	-	-	-	-	A	
容器	加圧器	スプレインズル	360	-	x	○	x	△	C	
配管	1次冷却材管	直管	343	-	x	○	○	○	D	
		エルボ			x	○	○	○	D	
仕切弁	余熱除去ポンプ入口弁	弁箱	343	-	x	○	x	△	C	
		弁蓋			x	○	x	△	C	
		弁体			x	x	-	-	B	
	内部スプレポンプエゼクタ入口弁	弁箱	150	-	-	-	-	-	A	
		弁体			-	-	-	-	A	
	補助給水ポンプミニマムフローライン復水タンク入口止め弁	弁箱	40	-	-	-	-	-	A	
		弁蓋			-	-	-	-	A	
		弁体			-	-	-	-	A	
	海水ポンプ潤滑水A連絡弁	弁箱(弁座と一体)	40	-	-	-	-	-	A	
		弁蓋			-	-	-	-	A	
弁体		-			-	-	-	A		
玉形弁	抽出水第1しゃ断弁	弁箱	343	-	x	○	x	△	C	
	よう素除去薬品タンク出口弁	弁箱(弁座と一体)	150	-	-	-	-	-	A	
弁蓋		-			-	-	-	A		
バタフライ弁	余熱除去クーラ流量制御弁	弁箱(弁座と一体)	200	-	-	-	-	-	A	
		弁体			-	-	-	-	A	
	余熱除去クーラ冷却水出口流量調整弁	弁箱	95	-	-	-	-	-	A	
		弁蓋			-	-	-	-	A	
		弁体			-	-	-	-	A	
内部スプレクーラ冷却水出口流量調整弁	弁体	95	-	-	-	-	-	A		
海水ポンプ出口ストレーナ入口弁	弁体	40	-	-	-	-	-	A		
ダイヤフラム弁	格納容器冷却材ドレンポンプ出口しゃ断弁	弁箱	150	-	-	-	-	-	A	
	格納容器行き1次系純水補給隔離弁	弁箱	65	-	-	-	-	-	A	
	格納容器減圧弁	弁箱	122	-	-	-	-	-	A	
	海水ポンプ潤滑水ストレーナ入口弁	弁箱	40	-	-	-	-	-	A	
	海水ポンプモータ冷却水流量発信器入口弁	弁蓋	40	-	-	-	-	-	A	
スイング逆止弁	原子炉容器連絡逆止弁	弁箱	343	-	x	○	x	△	C	
	スプレエゼクタ入口逆止弁	弁箱	150	-	-	-	-	-	A	
	加圧器逃がしタンク1次系純水供給入口逆止弁	弁箱	65	-	-	-	-	-	A	
	海水ポンプ潤滑水取出ライン逆止弁	弁箱(弁座と一体)	40	-	-	-	-	-	A	
		弁蓋			-	-	-	-	A	
弁体		-			-	-	-	A		
	アーム			-	-	-	-	A		
安全逃し弁	加圧器安全弁	弁箱	360	100	x	○	x	△	C	
	空気槽安全弁	弁体	50	-	-	-	-	-	A	

ステンレス鋼鍍鋼使用部位の評価一覧

ステンレス鋼鍍鋼使用部位の評価一覧									
			<評価根拠> A: 使用温度が250℃未満 B: き裂の原因となる経年劣化事象の発生が想定されない、かつ経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されない C: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されているが過去のPLM評価で定量的な評価を行っていない(△事象として選定) D: 経年劣化メカニズムまとめ表で熱時効が想定されており、過去のPLM評価で定量的な評価を行っている(○事象として選定)						
機種	機器	部位	①最高使用温度	①使用温度	②き裂を想定?	③まとめ表で想定?	④過去に定量評価?	PLM評価	
タービン設備	高圧タービン	インナーグランド本体	291	185以下	—	—	—	A	
		翼環		257	×	×	—	B	
	低圧タービン	静翼(11段翼)	270	115以下	—	—	—	A	
		主油ポンプ		羽根車	80	—	—	—	A
空調設備	冷凍機	冷水系統 冷水ポンプ ケーシング	—	40	—	—	—	A	
		冷水系統 冷水ポンプ 羽根車			—	—	—	A	
機械設備	計器用空気乾燥器	四方弁・弁体	300	200	—	—	—	A	
		四方弁・弁箱			—	—	—	A	
		四方弁・弁蓋			—	—	—	A	
	制御棒クラスタ	スパイダー・ベーン・フィンガ	343	323	×	○	×	△	C
		羽根車			—	—	—	A	
		濃縮液ポンプ			ケーシング	150	—	—	—
廃液蒸発装置	蒸りゅう水ポンプ	羽根車	150	—	—	—	—	A	
		ケーシング			—	—	—	A	

## 1次冷却材ポンプ羽根車の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

1次冷却材ポンプ羽根車については、高経年化技術評価書での評価結果の通り、き裂の発生原因となる経年劣化事象および応力が想定されず、分解点検時の検査内容からもき裂が検出されていないことから、羽根車の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとしている。

き裂の発生が想定されないとした理由は以下のとおり。

- ・1次冷却材ポンプ羽根車について、当社プラント及び国内原子力発電所では過去にき裂に関する不具合は発生していない。（国内原子力発電所については、原子力施設情報公開ライブラリーの登録情報による）
- ・1次冷却材ポンプ羽根車は圧力バウンダリではなく、想定される応力として定格運転時のインペラの遠心力と流体からの応力について想定し評価したところ、結果は  $1 \text{ N/mm}^2$  程度であり1次冷却材管など他部位と比較して大きな荷重がかからないことからき裂が発生、進展していくことはないと考えられる。

図1に設計図面を示す。

分解点検時の検査内容および記録を以下に示す。（別添1-A）

## 1次冷却材羽根車

点検頻度：ISIの定点であるC号機について  
それ以外のA・B号機は

点検方法, 判定基準：目視確認（表面に機能・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂（※）、打痕、変形及び摩耗が無いこと）に加えて、設計・建設規格に基づき浸透探傷検査（PT）を実施。

点検結果：結果良好。

※：維持規格においては、き裂を検出するための試験として目視試験（VT-1あるいはMVT-1）を定めているが、当該箇所の目視確認は維持規格の条件を満たすものではない。

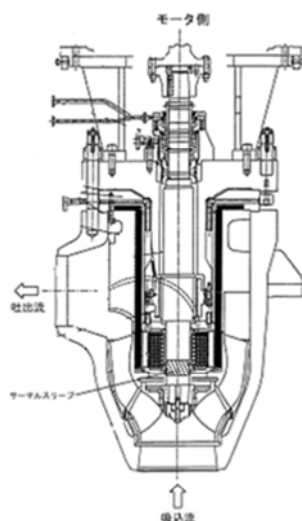


図1 RCP全体図面

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

製造時の検査内容および結果について表 1 に示す。

表 1 各部位の製造時検査記録の内容、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
1 次冷却材ポンプ羽根車	放射線透過試験	ASME Boiler and Pressure Vessel Code 1971 and the RDT standard	良
	浸透探傷試験	ASTM E165-71に準拠	良

3-2001-24M070

ドキュメント番号

Aクラス

原子炉保修課	課長	係長	班長	係
--------	----	----	----	---

機械技術  
7名以内

関西電力(株) 美浜発電所 3号機

第 2 4 回 定 検

主冷却材ポンプ分解点検工事

(総括報告書)

総 括 報 告 書

発行		技術資料クラスB		美浜定検作業所		作成		平成 22 年 4 月 14 日	
作業所図書番号		改訂		現場代理人		副所長			
現 地		配 布 先		配 電		作 業 所 控		関 連 資 料 図 書 番 号	
内 容		注文主		工事番号		年 月 日		部 課	
本文 一 頁		関西電力株 美浜発電所 第 3 号機		2215427		照 合 者		課 長 主 任 担 当 作 成	
図表 一 枚				0100					
表紙共 一 枚									
備考									
作成				平成		年 月 日			
出書				平成		年 月 日			
配布先				控		図 書 番 号		改 訂	

判定結果(寸法)	
判定年月日	H22.2.19
判定者	████████
判定結果	良

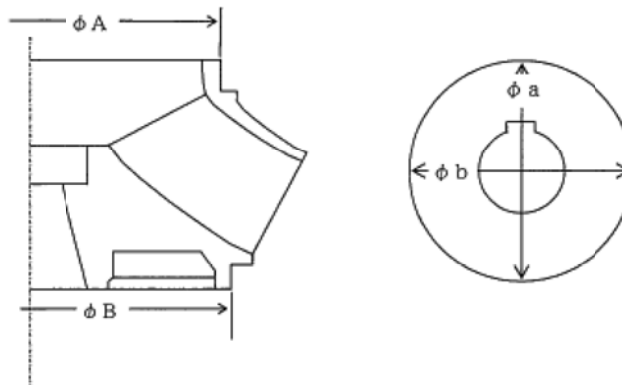
検査項目	寸法検査		
	関電	QC	作責
区分	△	△	◎
月日	2/19	2/19	2/19
結果	✓	✓	✓
確認者	████████		

記録-8

(点検結果の確認) ◻:異常なし ▲:異常あり

羽根車点検記録

ポンプ号機	旧 3U B 号機		
インターナル	今回分解(旧)インターナル (M3 #24回 B-RCPより取り出し品)		
年月日	H22.1.24	H22.2.9	H22.2.15 H22.2.19
計測器具	アウトサイドマイクロメーター (管理番号: B-1-213)		
記事			



単位 mm

羽根車ウエアリング部計測記録		
羽根車ウエアリング外径計測部	φA(吸込み側)	φB(吐出側)
アフターテストリミット		
キー方向 ( φ a )		
キー直角方向 ( φ b )		

羽根車キー目視点検	項目	年月日	判定
◎ 良 ・ 否	1. 主軸との嵌合部(テーパ)当り目視点検	H22.15 H22.2.19	◎ 良 ・ 否
	2. 翼のわれ、欠け目視点検	H22.2.15	◎ 良 ・ 否
	3. 羽根車ナット廻り止めボルト溶接部目視点検	H22.1.24	◎ 良 ・ 否
	4. カバープレートの溶接部PT検査	H22.2.9	◎ 良 ・ 否

検査項目	目視検査					
	関電	QC	QC	作責	作責	作責
区分	△	△	△	◎	◎	◎
月日	2/19	2/19	2/19	2/19	2/19	2/19
結果	✓	✓	✓	✓	✓	✓
確認者	████████					

区分: ◎作業中同時立会、○作業完了後立会、△作業記録の審査

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

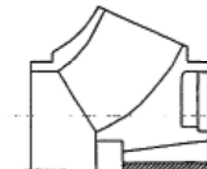
工事件名:美浜発電所3号機 第24回定検  
主冷却材ポンプ分解点検工事(第1分冊)  
(B号機)

検査項目・PT検査			
区分	開電	QC	作責
月日	29	29	29
結果	✓	✓	✓
確認者	[Redacted]		

記録-11

(点検結果の確認)  
レ:異常なし  
▲:異常あり

区分:◎作業中同時立会,○作業完了後立会,△作業記録の審査 Form No.:PT-NA(R0)

PENETRANT TESTING RECORD (A)		Section [Redacted]												
Customer 注文主	関西電力(株)美浜発電所3号機	Order No. 工事番号	2215427											
Name of Part 品名	羽根車 識別番号:10352-954-937927-01-4	Drawing No. 図面番号												
Maker メーカー	[Redacted]	Lot No. ロット番号												
Penetrant 浸透液			9A363											
Remover 洗浄液			9D188											
Developer 現像液			9H573											
Penetrant Application Method Method of Applying Developer 現像方法	[Redacted]													
Surface Temp. 表面温度	18 °C	Test Area 試験箇所	羽根車キー溝(斜線部)											
Thermometer Serial No. 温度計管理番号	A-23-7	Weld Joint No. 溶接線番号												
Applicable Std. 適用規格	JSME S NCI-2005/2007	Time of Test 試験時期	第24回定検時											
Procedure No. 要領書番号	AG-80198	Quantity 数量	1											
Acceptance Std. 判定基準	JSME S NCI-2005/2007 ■ 浸透指示模様が設計・建設規格に適合していること □ 設計・建設規格に適合しない場合にあつては、機能性能に影響をおよぼす浸透指示模様でないこと。	Test Result 試験結果	合格											
浸透指示模様の有無	(有) ・ 無	Surface Condition 表面状態	<input type="checkbox"/> 溶接肌 As weld <input checked="" type="checkbox"/> 機械仕上げ As machine <input type="checkbox"/> グラインダー仕上げ As grind											
 <p>羽根車キー溝(斜線部)</p>		Inspector 検査員(実施者)	[Redacted] 資格 NDIS PT2 [Redacted] 資格 NDIS PT3 (判定者)											
		Date of Test 試験日(実施日)	H 22 . 2 . 9											
※材料の厚さ:(mm)は下記の区分記号で表示する <table border="1"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>線状指示模様区分</th> <th>円形指示模様区分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>t ≤ 16</td> <td>t ≤ 16</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>16 &lt; t ≤ 50</td> <td rowspan="2">16 &lt; t</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>50 &lt; t</td> </tr> </tbody> </table>				区分	線状指示模様区分	円形指示模様区分	A	t ≤ 16	t ≤ 16	B	16 < t ≤ 50	16 < t	C	50 < t
区分	線状指示模様区分	円形指示模様区分												
A	t ≤ 16	t ≤ 16												
B	16 < t ≤ 50	16 < t												
C	50 < t													
試験場所: 3号機 A/B EL24m 除染ピットエリア														

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

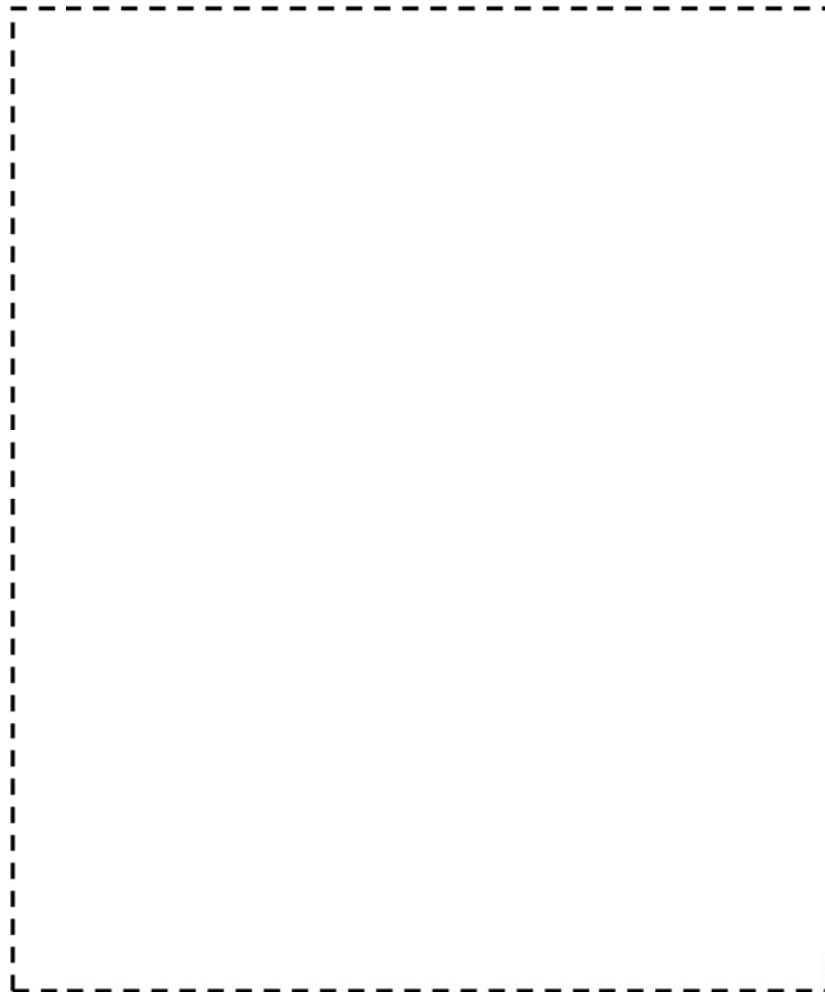
加圧器スプレイノズルの熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

スプレイノズルは加圧器本体とネジ止めにて結合されている。このため、スプレイノズルは、拘束されていないためスプレイ配管からの外荷重の伝達経路（※）ではなく、圧力バウンダリでもないことから、有意な応力は発生しないと考える。

したがって熱時効による材料特性の変化が問題となることはなく、着目すべき経年劣化事象としていない。

スプレイノズルについては、加圧器内部の目視点検                      において、脱落等異常のないことを確認している（別添 2 - A）。なお、加圧器内部の出口側（サージ用管台部）にスクリーンが設置されており、仮にスプレイノズルの脱落が発生した場合においてもスクリーンにトラップされることから、プラントの安全上影響はない。

※加圧器は、スカートにより建屋に固定されているため、スプレイ管台が荷重を受けた際の荷重の伝達経路は、管台→加圧器本体→スカート→建屋となる。スプレイノズルは拘束されておらず、荷重伝達経路とならない。



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



3-2001-24M100  
ドキュメント番号

A クラス

機械技術  
アドバイザー

課長	係長	班長	係
[Redacted]			

関西電力(株) 美浜発電所 3 号機

第 24 回 定 検 工 事

工事件名 タービン主機他一般設備定期点検工事の内  
1次系熱交換器他定期点検工事

総括報告書兼定期点検工事記録

確 認	定検等管理委託会社		
	課長	受託責任者	定検管理員
[Redacted]			

作 成 認 可 確 認	定期検査工事請負会社:	
	現場代理人	技術指導員
[Redacted]		

工事コード  
091P004621M100

発行	[Redacted]				美浜事業所	作成	平成 22 年 4 月 14 日						
作 成 認 可 欄	現場代理人	副所長	次長	安全	品管	原紙保管	機械 課 機械D 係						
	[Redacted]					文書番号	M3-24-機D-0109-E						
	異物	放管	課長	係長	係	配布先	関電					控え	合計
[Redacted]					1							1	2

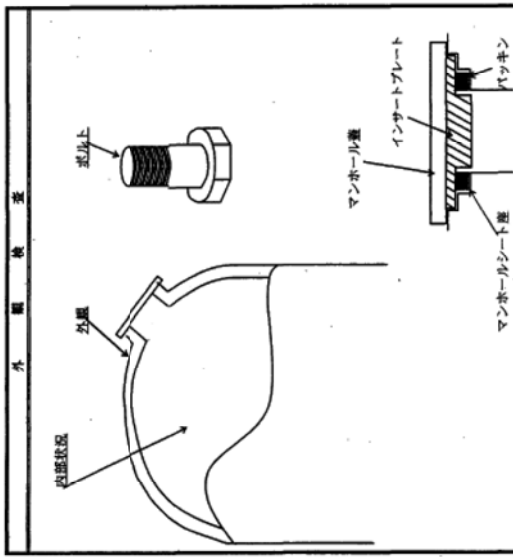
検査番号: 第24回-12次高圧交換機検査結果報告書

加圧器  
開放点検記録

検査名		外観検査		各部計測記録検査	
立会区分	作業責任者	開電	作業責任者	開電	作業責任者
日時	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14
結果	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14
確認者	1/14	1/14	1/14	1/14	1/14

【立会区分】  
 ○: 作業中同時立会    ◯: 作業完了後立会  
 △: 作業記録の署名    /: 該当なし  
 (点検結果の表示)  
 1/14: 異常なし    A: 異常あり

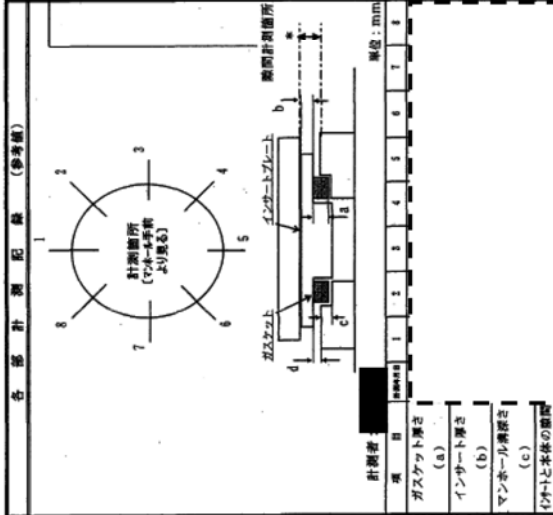
検査名		開閉計測記録検査	
立会区分	作業責任者	開電	作業責任者
日時	1/14	1/14	1/14
結果	1/14	1/14	1/14
確認者	1/14	1/14	1/14



測定基準  
 \* 表面に損傷・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形及び腐蝕がないこと。

測定年月日: H22.1.14    測定者: [Redacted]    判定結果: 合格

点検対象	点検方法	検査年月日	点検結果	点検者	備考
マンホール蓋	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホール座	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホールプレート	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
マンホールシート	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
内部状況	目視	H22.1.14	✓	[Redacted]	
～取付余白～					



測定年月日: H22.1.14    測定者: [Redacted]    判定結果: 合格

項目	測定値	許容値	備考
マンホール手前側部 計測値	1.0	1.5	
マンホール奥側部 計測値	1.0	1.5	
マンホール手前側部 圧縮量	0.5	1.0	
マンホール奥側部 圧縮量	0.5	1.0	



測定年月日: H22.1.14    測定者: [Redacted]    判定結果: 合格

項目	測定値	許容値	備考
マンホール手前側部 計測値	1.0	1.5	
マンホール奥側部 計測値	1.0	1.5	
マンホール手前側部 圧縮量	0.5	1.0	
マンホール奥側部 圧縮量	0.5	1.0	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

余熱除去ポンプ入口弁（弁箱・弁体・弁蓋）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

余熱除去ポンプ入口弁（MOV-8702A）の弁箱、弁蓋および弁体はステンレス鋼製であるが、製造時に浸透探傷試験や放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用している。例として弁蓋の記録を示す（別添 3-A）。それぞれの部位の製造時検査記録について表 1 に示す。

余熱除去ポンプ入口弁には経年劣化事象として低サイクル疲労が想定されるが、運転開始後 60 年を想定した健全性評価の結果、割れが発生する可能性はないと考えている、また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられる。さらに定期的に弁内表面の目視検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認している。（別添 3-B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断する。

表 1 各部位の製造時検査の内容、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
弁箱	放射線透過試験	告示第501号	良
	浸透探傷試験	告示第501号	良
弁蓋	放射線透過試験	告示第501号	良
	浸透探傷試験	告示第501号	良
弁体	放射線透過試験	告示第501号	良
	浸透探傷試験	告示第501号	良

Form No. PT-01A

Report No.

LIQUID PENETRANT EXAMINATION REPORT  
浸透探傷試験記録 ( V C )

記録番号 P1921C

Customer

御注文先: 関西電力株式会社殿

User

御使用先: 関西電力榑美浜発電所 第3号機殿

検査課

Valve No.

弁番号: 3MOV-8702A

Valve Type

No.

台番号: A010192-001

Procedure No.

要領書番号: 39489

Test Condition and Results

試験条件及び試験結果

Part Name	弁ふた X 逆座 X U-クオアパルプ 逆座			
部品名	弁ふた	逆座	U-クオアパルプ	逆座
Material				
材質				
Examination Portion				
試験部位 #1				
Surface Condition				
表面状態 #2				
Temperature				
試験温度 (°C)				
Penetrant Time (min.)				
浸透時間 (分)				
Development Time (min.)				
現像時間 (分)				
Brand Name				
探傷剤銘柄 #3				
Accept. Standards				
判定基準 #4				
Judgement	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 Acceptable Level II	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 Acceptable Level II	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 Acceptable Level II	<input checked="" type="checkbox"/> 合格 Acceptable Level II
Examination Date and Judged By				
試験日及び判定者	H13. 12. 3	H13. 11. 16	H13. 12. 3	H13. 12. 7
記 事 Remarks				
	Customer 先 関西電力榑殿 記録係 17/1			
	Approved By 承認者		Reviewed By 確認者	
	H13. 12. 7		H13. 12. 7	

T. F. No.05

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

Form No. RT-01A

放射線透過試験記録

記録番号 R1921C 1/3

御使用先：関西電力(株)敬 美浜発電所 第3号機

弁番号：3M0V-8702A 弁形式：弁 部品名：弁

番号：A010192-1 要領番号：23450 製造番号：14091031825

検査課

試験部位	全	判定基準	告示第501号第8条	総合判定	合格
コード記号 *1 欠陥の種類	A. フローホール B. 砂かみ、及び介在物 C. 引け 巣 N. 無 欠		判定者 LEVEL Ⅲ	検査者 LEVEL Ⅲ	影写 LEVEL Ⅲ
現像方法：自動現像			検査者 H13.10.11	検査者 H13.10.11	影写 H13.10.11



試験条件及び試験結果

年月日	70/10/1	フィルム番号	欠陥の種類・大きさ×数 *1 (mm) (個)	等級	フィルム形式 *2	フィルム寸法 (インチ)	増感紙 Pb F/B	透過度計 種類	肉厚 (mm)	距離 (mm)	線量	線源	フィルム温度
	〃												
	〃												
	〃												
	〃												
	〃												
	〃												
	〃												
	〃												
	〃												
	〃												

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

T F No. 06

Form No. RT-01B

放射線透過試験記録													
記録番号 R 1921C 2/3													
年月日	フィルム番号	欠陥の種類・大きさ×数 *1 (mm) (個)	等級	フィルム形式 *2	フィルム寸法 (インチ)	増感紙 Pb F/B	透過度計 種類	肉厚 (mm)	歪 (%) S. F. D.	線量	線量エネルギー (G Bq)	線寸法	フィルム濃度
78/10/1			JIS G0581 級										
〃			JIS G0581 級										
〃			JIS G0581 級										
〃			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										
			JIS G0581 級										

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

T. F. No. 06

Form No. RT-01C

放射線透過試験記録

記録番号 R1921C 3/3

[ 撮影配置図 ]

[ フィルム貼付図 ]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

T. F No. 05

				A クラス			
課長 係長 班長 係				原子炉保修課			
[Redacted]				[Redacted]			
課長 係長 班長 係				[Redacted]			
機械技術 アドバイザー		電気技術 アドバイザー		[Redacted]			
[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]			

**関西電力（株）美浜発電所第3号機**

**第 2 3 回定検**

**原子炉冷却系統分岐他修繕工事のうち  
原子炉冷却系統分岐他修繕工事  
【総括表紙】**

**総 括 報 告 書**

3-2002-2008R090(1/2)  
ドキュメント番号

発行		[Redacted]				作成		平成20年/2月 日	
作業所図書番号				改訂		所長 副所長 班長			
				0		[Redacted]			
現地		配電		作業所控		関連資料図書番号			
配布先		1		1		1			
内容		注文主		工事番号		年月日		部	
本文		— 頁		アイテム		照合者		[Redacted]	
図表		— 頁		2315257		[Redacted]		部長 次長 Gr長 作責 作成	
表紙共		956 頁		関西電力株 美浜発電所 第3号機		[Redacted]		[Redacted]	
備考		[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]		作成 平成 年 月 日	
[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]		[Redacted]		出書 平成 年 月 日	
配布先		[Redacted]		控		図書番号		改訂	



### 仕切弁点検記録

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 原子炉冷却系統分岐他修繕工事

工事番号

弁番号	3MOV-8702A	弁名称	A余熱除去ポンプ入口弁(A冷却材ループ連絡第1弁)		
型式	MO-WG	タイプ	旧 O/W	A010192-1	使用流体 水
点検対象	点検項目			点検結果	備考
弁箱・蓋	1	クラック・浸食等の欠陥の有無	無	有	
	2	ネジ部の焼き付き・変形・摩耗の有無	無	有	
	3	ガイド部の焼き付き・変形・摩耗の有無	無	有	
	4	ガスケット突合せ部が当たり面の状況	良	否	
弁棒	5	曲がり・クラック等の欠陥の有無	無	有	
	6	ネジ部の損傷・焼き付きの有無	無	有	
	7	グランド押さえ部の状況	良	否	
弁座	8	シート面の状況	良	否	
	9	クラック・浸食等の欠陥の有無	無	有	
弁体	10	摺合せ代の有無	有	無	
	11	シート面の状況	良	否	
	12	クラック・浸食等の欠陥の有無	無	有	
	13	ガイド部の焼き付き・変形・摩耗の有無	無	有	
その他	14	摺合せ代の有無	有	無	
	15	弁体弁座の当たり状況	良	否	
	16	駆動装置の状況	良	否	
	17	組立後の開閉確認	良	否	

点検項目	No. 1~12, 14	判定基準 (No. 1~9, 11~13)	項目	手入後状況確認		
点検年月日	平成20年9月24日	・各部の表面に機能・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形及び摩耗がないこと	開電	品管	作責	
点検者		・浸食、損傷等の異常がないこと	区分	△	/	◎
判定年月日	平成20年10月7日	判定基準 (No. 10, 14)	月日	10/1	/	10/7
判定者		・摺合せ代があること	結果	✓		✓
判定結果	合格		確認者			
点検項目	No. 15	判定基準	項目	分解除室(当たり確認)		
点検年月日	平成20年10月7日	・緩状であること	開電	品管	作責	
点検者		・太さが均一であること	区分	◎	◎	◎
判定年月日	平成20年10月7日	・当たりが切れていないこと	月日	10/1	10/1	10/7
判定者			結果	✓	✓	✓
判定結果	合格		確認者			
点検項目	No. 16, 17	判定基準	項目	開閉確認		
点検年月日	平成20年10月7日	・弁の作動状態に異常がないこと	開電	品管	作責	
点検者			区分	◎	/	◎
判定年月日	平成20年10月7日		月日	10/7	/	10/7
判定者			結果	✓		✓
判定結果	合格		確認者			
備考						

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

抽出水第 1 シャ断弁（弁箱）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

抽出水第 1 シャ断弁（LCV-460）の弁箱はステンレス鋼鑄鋼製であるが、製造時に放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用している（別添 4-A）。製造時検査記録について表 1 に示す。

抽出水第 1 シャ断弁（LCV-460）には経年劣化事象として低サイクル疲労が想定されるが、運転開始後 60 年を想定した健全性評価の結果、割れが発生する可能性はないと考ええる。また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられる。さらに定期的に弁内表面の目視検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認している。（別添 4-B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断している。

表 1 製造時検査の方法、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
弁箱	放射線透過試験	本体：ASTM 2 級 開先：JIS Z3104 1 級	良

165  
( )内データは宛先検査時データを示す。

コープス電子力用弁検査成績書		客先	[Redacted]			
		検用先	KMJ-3			
Tag No	3LCP-460	型式名称	[Redacted]			
検査項目	試 単 位	種 定	0 検査員	客先検査員	検査日	成績書 No.
本体材料			[Redacted]	[Redacted]	20.06.22	
弁板厚検査	RT	本件ASME2008 15.1.1.2.3.4.5	[Redacted]	[Redacted]	20.01.11	OFH-43-273
本体組立	[Redacted]					
弁蓋ワーク	[Redacted]					
弁蓋組立	[Redacted]					
H <sub>2</sub> テスト	[Redacted]					
異状テスト	[Redacted]					
記録紙検査	[Redacted]					
附 属 品	[Redacted]					
作動テスト	[Redacted]					
ON-OFF	[Redacted]					
寸法検査	[Redacted]					
備 考	[Redacted]					
工場品質責任者	年月日	0 検査責任者	年月日	客先立会者	年月日	
[Redacted]	20.01.20	[Redacted]	20.01.20	[Redacted]	20.1.22	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

3-2001-21M030

資料室保管

Aクラス

機械技術  
アドバイザー

原子炉  
保修課

課長 係長 班長 係

関西電力株美浜発電所 第3号機

(第21回)

タービン主機他一般設備定期点検工事の内

工事件名: 1次系制御弁定期点検工事

総括報告書

兼定期点検工事記録

工事コード: 041P001420M030

美浜事業所

管理  
番号

審査  
及  
認可

定検管理課(総務)

課長 係長 担当者

美浜営業所

関電工事番号 6230-8520-102

工事整理番号 WM-50008

原紙保管 美浜営業所

資料番号 WM-04-007-R

作成 平成19年1月23日

作成

承認 所長 作業 品管 安全 放管 作成

配布先 関西電力

認可欄

合計

1 1 1 3

制御弁点検記録 1

工事件名: 1次系制御弁定期点検工事

東武東上線	3号機	Tag No.: 3LCV-480	弁名称:	抽出水第1レバ制御弁
系統名	CVCS	メーカー	弁口径-圧力	
設置場所		製造番号	弁型式	ベローズ
点検周期		型式	作動	FC
工事区分	21回 定検	検定ストローク	ポジション	閉
			着手日	2005.3.22
			完了日	2005.6.16

部位	点検結果	判定結果	処置	判定結果	備考			
グランド部	良	合格						
フランジ部	良	合格						
保温	良	合格						
サポートステー	良	合格						
その他	良	合格						
点検年月日	実施者	判定年月日	判定者	点検年月日	実施者	判定年月日	判定者	
H17.3.22		H17.3.22						
判定基準 液体の漏れ跡、腐食、欠損、異常な音が、空気漏れ、継手の変形や割れ等の異常がないこと。 正常な取り付けであること。								
確認	作業	品質	統括	開電	作業	品質	統括	開電
区分	結果	◎	△	◎	◎	△	◎	△
確認年月日	H17.3.22			H17.5.16				
確認者								

部位	点検結果	判定結果	処置	判定結果	備考			
弁箱(ボディ)	良	合格						
弁蓋(トップ)	良	合格						
弁蓋(ボトム)								
弁体	良	合格	新品取替実施	合格				
弁棒	良	合格	新品取替実施	合格				
弁座	良	合格	新品取替実施	合格				
ボルト&ナット	良	合格						
ガスケット座	※1 確認済	合格						
ガイド部	良	合格						
その他部品	※2 ベロ-にリクあり	不合格	新品取替実施	合格				
点検年月日	実施者	判定年月日	判定者	点検年月日	実施者	判定年月日	判定者	
H17.3.24		H17.3.24		H17.5.25		H17.5.25		
判定基準 各部の変形・損傷・性能に影響を及ぼす恐れのある割裂、打こん、変形及び腐蝕がないこと。 浸食、変位等の異常がないこと。								
確認	作業	品質	統括	開電	作業	品質	統括	開電
区分	結果	◎	△	◎	◎	△	◎	△
確認年月日	H17.3.24	H17.3.24	H17.3.24	H17.3.24	H17.5.25	H17.5.25	H17.5.25	H17.5.25
確認者								

※1-2 添付用紙参照

作動確認	分解前	組立後	計測値No.
作動状況	良	良	6機付 KP-15
ワグナー(参考値)			117.8-9-702
変ストローク(参考値)			備考
プレコン量(参考値)			
始動圧(参考値)			
点検年月日	測定者	点検年月日	測定者
H17.3.22		H17.6.16	
判定結果 合格			
判定基準 異常、スティック等の異常がないこと。			
確認	作業	品質	統括
区分	結果	◎	△
確認年月日	H17.3.22	H17.5.16	H17.5.16
確認者			

【確認区分の表示】 ◎: 作業中に同時立会い ○: 作業完了後の立会い △: 作業記録(含む検査記録)の審査 /: 該当なし  
【点検結果の表示】 ◯: 異常なし ▲: 異常あり /: 該当なし

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

原子炉容器連絡逆止弁（弁箱）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

原子炉容器連絡逆止弁（V-8948）の弁箱はステンレス鋼製ですが、製造時に放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用しています（別添 5 - A）。製造時検査記録について表 1 に示す。

原子炉容器連絡逆止弁（V-8948）には経年劣化事象として低サイクル疲労が想定されますが、運転開始後 60 年を想定した健全性評価の結果、割れが発生する可能性はないと考えています、また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられます。さらに定期的に弁内表面の目視検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認しています。（別添 5 - B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断しております。

表 1 製造時検査の方法、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
弁箱	放射線透過試験	A S T M に準拠	良

品質管理課

材料表

取巻	No	寸法号	牙型式 口径	材 質				change No	バルブワイド	歯口フランジ	手ハンドル
				牙体	牙座	牙挿	ネルト				
✓	A30490	3-		79							
	27	8940B									
U	28	C									
✓	29	8945A									
U	30	B									
✓	31	C									
U	32	8948A									
U	33	B									
✓	34	C									
U	35	8956A									
✓	36	B									
✓	37	C									
U	38	8958									
U	39	8971A									

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません





A クラス

3-2002-2006R103  
ドキュメント番号

機械技術 アドバイザー	課長	係長	班長	係
	[Redacted]			
関西電力株式会社 美浜発電所 3号機  工事件名: 安全注入系逆止弁分解点検工事   総 括 報 告 書          工事コード: 05011805300000				

発行	[Redacted] 株式会社 美浜出張所									
	所長	安全	品管	放管	異物	作責				
作成	[Redacted]									
	メンテナンス部 美浜出張所									
確認	承認	作成								
	[Redacted]									
配布先	改訂	年月日	主な内容			捺印				
	作成	平成18年11月30日	[Redacted]				工事番号	原紙保管 美浜出張所		
	計						SS056794	No. _____		
	1	1								



逆止弁点検記録

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 安全注入系逆止弁分解点検工事

工事番号 SSO56794

弁番号	3V-8948A	弁名称	原子炉容器連絡逆止弁		運転圧力 MPa	---
型式	V-SCH	タイプ	旧O/#	A30490-32	使用流体	---
点検対象	点検項目				点検結果	備考
弁箱・蓋	1	クラック・浸食等の欠陥の有無			有 (無)	
	2	ネジ部の焼き付き・変形・摩耗の有無			有 (無)	
	3	ガスケット又はシールリング当たり面の状況			(良) 否	
弁棒	4	曲がり・クラック等の欠陥の有無			有 (無)	
	5	固定部の状況			(良) 否	
	6	グランド又はシールリング当たり面の状況			良 否	
弁座	7	シート面の状況			(良) 否	
	8	クラック・浸食等の欠陥の有無			有 (無)	
	9	摺合せ代の有無			(有) 無	
弁体及びアーム	10	シート面の状況			(良) 否	
	11	クラック・浸食等の欠陥の有無			有 (無)	
	12	摺合せ代の有無			(有) 無	
	13	弁体弁座の当たり状況			(良) 否	
	14	組立後の開閉確認			(良) 否	
	15	カウンターウエイトの状況			良 否	
	16	ダッシュボットの状況			良 否	
	17	エアースリンダーの状況			良 否	

点検項目	No. 1~12	判定基準(No. 1~8, 10, 11)	項目	手入後状況確認		
点検年月日	平成27年6月6日	・各部の表面に機能・性能に影響を及ぼす恐れのあるき裂、打こん、変形及び摩耗がないこと	区分	△	/	◎
点検者		・浸食、損傷等の異常がないこと	月日	5/7	/	5/7
判定年月日	平成27年6月7日	判定基準(No. 9, 12)	結果	✓		✓
判定者		・摺合せ代があること	確認者	[Redacted]		
判定結果	合格		項目	分解検査(当たり確認)		
点検項目	No. 13	判定基準	区分	◎	/	◎
点検年月日	平成27年6月7日	・線状であること	月日	5/7	/	5/7
点検者		・太さが均一であること	結果	✓		✓
判定年月日	平成27年6月7日	・当たりが切れていないこと	確認者	[Redacted]		
判定者			項目	開閉確認		
判定結果	合格		区分	△	/	◎
点検項目	No. 14	判定基準	月日	5/8	/	5/8
点検年月日	平成27年6月7日	・弁の作動状態に異常がないこと	結果	✓		✓
点検者			確認者	[Redacted]		
判定年月日	平成27年6月7日		項目	組立後状況確認		
判定者			区分	△	/	◎
判定結果	合格		月日		/	
点検項目	No. 15~17	判定基準(No. 15~17)	結果			
点検年月日	平成 年 月 日	・作動状態に異常がないこと	確認者	[Redacted]		
点検者			<small>                     確認区分の表示                      ◎:作業中同時立会 ○:作業完了後の立会                      △:作業記録(含む検査記録) /:該当なし                      点検結果の表示                      〇:異常なし △:異常あり                 </small>			
判定年月日	平成 年 月 日					
判定者						
判定結果						

株式会社

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

加圧器安全弁（弁箱）の熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

加圧器安全弁（V-8010）の弁箱はステンレス鋼製であるが、製造時に浸透探傷試験や放射線透過試験により技術基準に適合しないものではないことを確認した材料を使用している（別添 6－A）。製造時検査記録について表 1 に示す。弁箱において溶接構造ではなく溶接線はない。

また、弁は、配管や容器と比べて一般的に厚く製造されており、発生応力は小さいと考えられます。さらに定期的に弁内表面の目視検査および浸透探傷検査を実施しており、弁内表面に異常がないことも確認している。（別添 6－B）

以上より、熱時効は想定されるものの、そのことが機器の構造健全性に影響を与える可能性はないと考え着目すべき経年劣化事象ではないと判断しております。

表 1 製造時検査の方法、判定基準、および結果

部位	検査内容	判定基準	判定結果
弁箱	放射線透過試験	JSME S NC1 PVB 2423 (JIS G 0581の 1 類又は 2 類)	良
	浸透探傷試験	JSME S NC1 PVB 2426	良

Customer

注文主：関西電力株式会社 殿

User

納入先：関西電力株式会社 殿 美浜発電所 第3号機

INSPECTION REPORT  
検査成績書

Order No

発令番号： F0700124-001~003

弁番号： 3-8010A、B、C [3V-8010A、B、C]



Approved by

2008年9月25日

Prepared by

2008年9月25日

53883



From No. RT-4M	<p style="text-align: center;">放射線透過試験記録</p> <p style="text-align: center;">試験条件及び試験結果</p>
記録番号 TR/243B 8/8	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

# 浸透探傷試験記録

記録番号 TP 1241B

御注文先： 関西電力株式会社殿

検査課

御使用先： 関西電力(株)殿美浜発電所 第3号機

弁形式： SV

弁番号： 3-8010AL3V-8010A1

要領書番号： 41263※  
(41018)

発令番号： A0700124-001

製造番号： 74061031142

試験条件及び試験結果

探傷剤組合せ： JIS Z 2343-1-II Cd-2

部品名	弁箱	コード番号 *1試験部位				
材質	/	/				
試験部位 *1						
表面状態 *2						
探傷方法 *3						
試験温度 (°C)						
浸透時間 (分)						
現像時間 (分)						
観察時間 (分以内)						
探傷剤銘柄 *4						
判定基準 *5						
判定結果 *6						
判定				<input checked="" type="checkbox"/> 合格	<input type="checkbox"/> 合格	<input type="checkbox"/> 合格
試験日・実施者及び判定者				Level II H19.7.5	Level II	Level II
<b>記事</b> 照度 <u>  </u> ルクス以上： <input checked="" type="checkbox"/> 良 照度計管理番号： 00344261 温度計管理番号： 2312		※要領書(41263)が承認されたため併記 客先 2008.3.28 関西電力(株) 記録確認				
JUL 20 2007 合格 ACCEPT Q.C.		承認者	確認者			
		H19.7.5	H19.7.5			

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

A クラス

機械技術  
アドバイザー

関電

課長 係長 班長 係

関西電力株式会社 美浜発電所 3号機

1次系安全弁他定期点検工事のうち  
工事件名: 1次系安全弁定期点検工事

総括報告書  
兼定期点検工事記録

3-2001-24M020

ドキュメント番号

確認

定検等管理委託会社

課長 受託責任者 定検管理員

発行

美浜出張所

作成  
認可

現場代理人 安全 品管 放管 異物 作責

メンテナンス部 美浜出張所

承認

承認 作成

工事コード

091P004632M020

作成

平成22年4月13日

配布先

関電 美浜

計

2

工事番号

SS096584 R0

原紙保管

美浜出張所

No. ---





### 浸透探傷検査成績書

関西電力株式会社 美浜発電所3号機 第24回 1次系安全弁定期点検工事

弁番号	3V-3C10A	弁名称	A加圧器安全弁
-----	----------	-----	---------

項目	表面検査			<確認区分の表示> ◎: 検査中同封立会 ○: 作業完了後の立会 △: 作業記録(含む検査記録) /: 該当なし <点検結果の表示> /: 異常なし △: 異常あり
区分	◎	◎	◎	
月日	1/12	1/12	1/12	
結果	✓	✓	✓	
確認者	[Redacted]			

検査(判定)年月日:平成 22年 1月 12日

検査条件	試験方法	社団法人日本機械学会JSME S NC1-2005 (2007)「発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2007年追加版含む)」(以下「設計・建設規格」という)を準拠し実施すること。			
	検査方法	溶剤除去性染色浸透探傷試験			
	洗浄剤	[Redacted]			
	浸透剤	[Redacted]			
	現像剤	[Redacted]			
	品名	弁体	弁座	弁棒	弁棒
	部位名	弁体シート面	弁座シート面	弁棒先端部	弁棒径変化部
	材質	[Redacted]			
	※厚さ	[Redacted]			
	表面温度	[Redacted]			
	照度	[Redacted]			
	浸透時間	[Redacted]			
	現像時間	[Redacted]			
	検査場所	[Redacted]			
実施者(NDI PT2種)	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	
判定者(NDI PT2種)	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	
浸透指示模様の有無	無	無	無	無	
判定基準	<input checked="" type="checkbox"/> 浸透指示模様が設計・建設規格に適合していること。 <input type="checkbox"/> 設計・建設規格に適合していない場合にあっては、機能性能に影響をおよぼす浸透指示模様でないこと。				
結果	合格				

備考

※【材料の厚さ t(mm)】厚さに下表区分記号で表示する

区分	線状指示模様区分	円形指示模様区分
A	t ≤ 16	t ≤ 16
B	16 < t ≤ 50	16 < t
C	50 < t	

計測器番号	照度計	040726298	温度計	602185, 01782	ノギス	[Redacted]
-------	-----	-----------	-----	---------------	-----	------------

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

スパイダー、ベーン、フィンガの熱時効が着目すべき経年劣化事象ではないとした理由について

スパイダー、ベーン及びフィンガーは最高使用温度が343℃であるが、当該部は一端が自由端であること、圧力バウンダリでもないことから、有意な応力は発生していない。

至近の目視点検結果を別添 7-A に示す。結果は良好であった。

製造時検査結果を別添 7-B に示す。尚、引け巣や空孔等の欠陥をHIP処理により無欠陥であることが確認できることから当該機器においても内部欠陥は存在しないと考える。

また、ニューシアでは国内外での同様の事例は確認されていない。

従って、以上から熱時効を着目すべき経年劣化事象としていない。

情報管理クラス2機密資料  
(無断複製・転載禁止)

Aクラス

関電	課長	係長	班長	係
	[Redacted]			

関西電力(株) 美浜発電所3号機  
第25回定検

燃料内挿物検査工事  
総括報告書兼定期点検工事記録



3-2001-25CB361  
ドキュメント番号

発行	株式会社 [Redacted]					作成認可欄	現場代理人	作業総括責任者	品質管理責任者	安全管理責任者	放射線管理総括責任者	発行	平成23年7月6日	原紙保管 美浜事務所
作成認可欄	作業責任者	作成												
配布先	関電											控	資料番号 AWM-110701	
	1											1		

工事コード: 111P002097

美浜発電所3号機 第26回定検  
燃料内挿物検査工事 内挿物検査記録

記録様式-1

内挿物頭部検査記録 (1/2)

使用装置:小型水中テレビカメラ装置

No.	内挿物番号	検査開始準備			作業手順*1			検査日時 (検査終了時刻)	実施者 *5	関係 立会者	備考
		検査ラック 位置に 移動確認	録画開始	タイム等 入力	ハンドリング 側に操作を 依頼	内挿物番号確認 *2	頭部健全性確認 *3				
1	R173	✓	✓	✓	✓	良	良	H 23. 6.17 09:45			
2	PD95	✓	✓	✓	✓	良※	良	H 23. 6.17 09:54			
3	PD102	✓	✓	✓	✓	良※	良	H 23. 6.17 10:02			
4	R175	✓	✓	✓	✓	良	良	H 23. 6.17 10:14			
5	PD118	✓	✓	✓	✓	良	良	H 23. 6.17 10:22			
6	PD97	✓	✓	✓	✓	良※	良	H 23. 6.17 10:29			
7	PD110	✓	✓	✓	✓	良	良	H 23. 6.17 10:36			
8	PD119	✓	✓	✓	✓	良	良	H 23. 6.17 10:44			
9	PD103	✓	✓	✓	✓	良※	良	H 23. 6.17 10:51			
10	R176	✓	✓	✓	✓	良	良	H 23. 6.17 10:59			
11	PD98	✓	✓	✓	✓	良※	良	H 23. 6.17 11:06			
12	R177	✓	✓	✓	✓	良	良	H 23. 6.17 11:13			
								H . . . :			
								H . . . :			
								H . . . :			

回収ラック

ハンドリング側に検査要領図を渡した場合は、作業終了後回収すること→  
\*1:作業手順の枠内には実施したことを確認し、レ印(異常なし)を記入する。尚、連続録画の場合は録画状態であることを確認し、「録画開始」にレ印を記入する。  
但し、「内挿物番号確認」、「頭部健全性確認」、「良否判定」には「良」、「否」又は「保留」を記入する。  
また、異常等があれば☆を付し、備考および必要に応じて別途作成する記録に内容を記入する。  
\*2:「※」は数字番号のみの刻印を表す。  
\*3:判定基準:ポータルダウン組立機又はスベリ組立機に機能・性能に影響を及ぼすおそれのある損傷・変形がないこと。  
\*4:連続録画の場合は「-」を記入する。  
\*5:実施者は作業責任者、検査員の順とする。  
別冊作業実施要領書:AWM-090502-3

記録様式-1

内挿物頭部検査記録 (2/2)

茨城県電力3号機 第2.5回定期検査  
燃料内挿物検査工事 内挿物検査記録

使用装置:小型水中テレビカメラ装置

No.	内挿物番号	作業準備				作業手順 *1			検査終了 録画停止・ 録画確認 *4	検査日時 (検査終了時刻)	実施者 *5	備考
		検査ラック 位置に 移動確認	録画開始	ケーブル等 入力	ハンドリング 側に操作を 依頼	内挿物番号確認 *2	頭部健全性確認 *3	良否 判定				
13	R174	✓	✓	✓	✓	良	良	良	—	H 23. 6.17 11:25		
14	PD120	✓	✓	✓	✓	良	良	良	—	H 23. 6.17 11:33		
15	PD117	✓	✓	✓	✓	良	良	良	—	H 23. 6.17 11:40		
16	PD100	✓	✓	✓	✓	良※	良	良	✓	H 23. 6.17 11:48		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		
										H . . . . .		

ハンドリング側に検査要領図を渡した場合は、作業終了後回収すること → **回収チェック**

\*1:作業手順の特内には実施したことを確認し、レ印(異常なし)を記入する。尚、連続録画の場合は録画状態は録画開始時にレ印を記入する。但し、「内挿物番号確認」、「頭部健全性確認」、「良否判定」には「良」、「否」又は「保留」を記入する。  
また、異常等があれば必ず必要に応じて別途作成する記録に内容を記入する。  
\*2:「※」は数字番号のみの刻印を表す。  
\*3:判定基準:ホールドダウン組立体又はスライド組立体に機能・性能に影響を及ぼすおそれのある損傷・変形がないこと。  
\*4:連続録画の場合は「—」を記入する。  
\*5:実施者は作業責任者、検査員の順とする。  
別冊作業実施要領書:AWM-090502-3



L-2067-1(1)

試験検査結果記録			
工事名称	関西電力㈱美浜発電所第3号機用制御棒クラスターの製造		
工事番号	M3R020	製造会社名	株式会社
検査品目	スパイダ組立体	Q・A担当者	24年8月21日
数量	検査項目		
スパイダ組立体刻印番号	備考		
以下余白			
備考	電力会社立会検査		
	電力会社検査員		
	年月日	24年8月22日	
	判定	合・否	
	立会者		

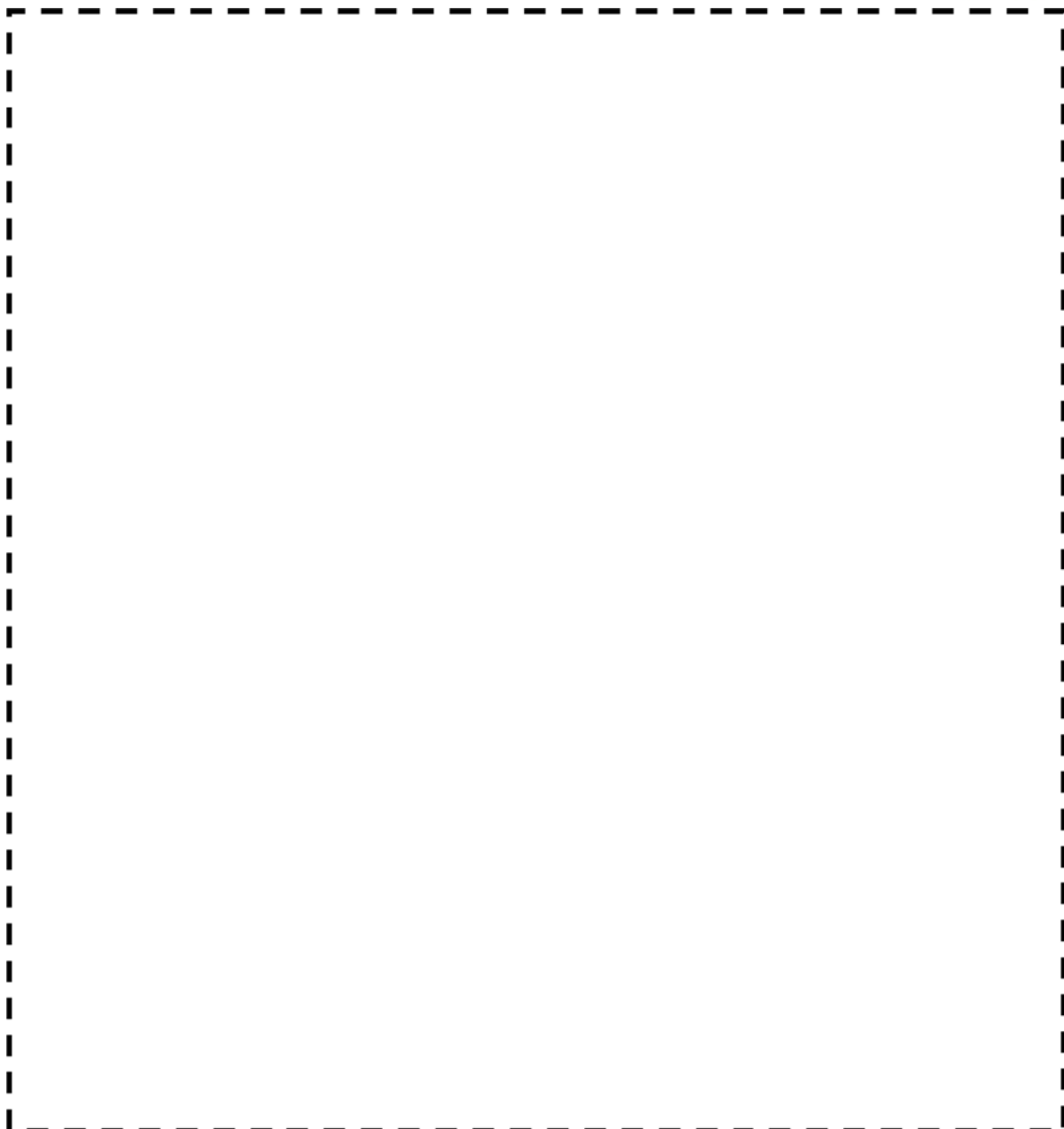
2/2

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



美浜3号炉－絶縁低下－17 rev1

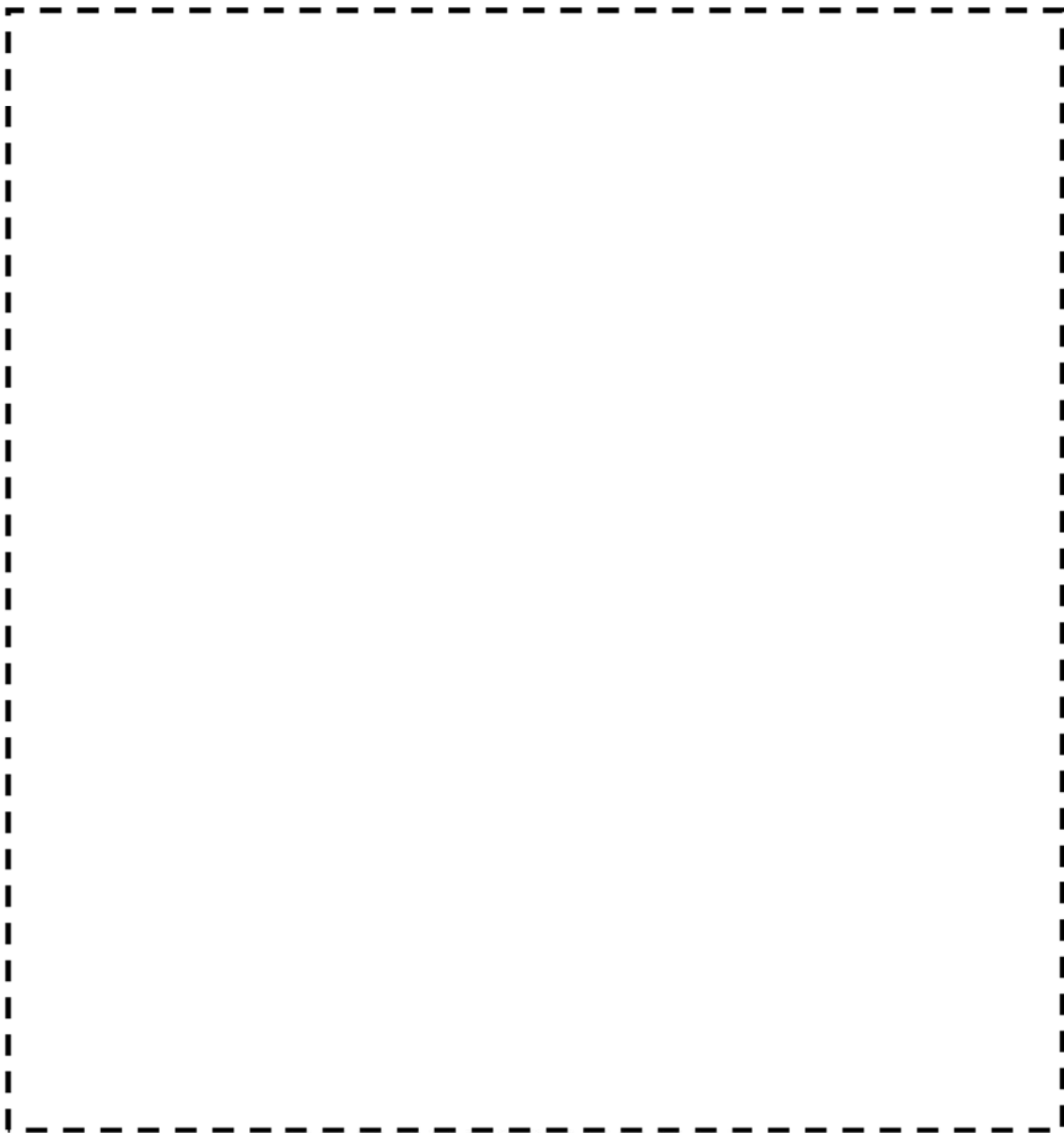
<p>タイトル</p>	<p>設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置について。 (6-2.1-2頁)</p>																												
<p>説明</p>	<p>設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある電動弁の名称および台数については以下の通り。電源は全て交流である。 なお、電動弁の設置箇所は添付-1～5の配置図に示す。</p> <table border="1" data-bbox="513 772 1270 1312"> <thead> <tr> <th>名 称</th> <th>台数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>余熱除去ポンプ入口弁（第1弁）</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>余熱除去ポンプ入口弁（第2弁）</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>加圧器逃がし弁入口止弁</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>アキュムレータ出口電動弁</td> <td>3台</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプモータ冷却水出口第1しゃ断弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプサーマルバリア冷却水出口しゃ断弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>封水戻り第1隔離弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>B冷却材ループ高温側サンプル第1隔離弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>格納容器R-11・12隔離弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>ほう酸注入タンク出口弁</td> <td>2台</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプ冷却水入口第1しゃ断弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプモータ冷却水出口第2しゃ断弁</td> <td>1台</td> </tr> <tr> <td>格納容器行計器用空気隔離弁</td> <td>2台</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">以 上</p>	名 称	台数	余熱除去ポンプ入口弁（第1弁）	2台	余熱除去ポンプ入口弁（第2弁）	2台	加圧器逃がし弁入口止弁	2台	アキュムレータ出口電動弁	3台	冷却材ポンプモータ冷却水出口第1しゃ断弁	1台	冷却材ポンプサーマルバリア冷却水出口しゃ断弁	1台	封水戻り第1隔離弁	1台	B冷却材ループ高温側サンプル第1隔離弁	1台	格納容器R-11・12隔離弁	1台	ほう酸注入タンク出口弁	2台	冷却材ポンプ冷却水入口第1しゃ断弁	1台	冷却材ポンプモータ冷却水出口第2しゃ断弁	1台	格納容器行計器用空気隔離弁	2台
名 称	台数																												
余熱除去ポンプ入口弁（第1弁）	2台																												
余熱除去ポンプ入口弁（第2弁）	2台																												
加圧器逃がし弁入口止弁	2台																												
アキュムレータ出口電動弁	3台																												
冷却材ポンプモータ冷却水出口第1しゃ断弁	1台																												
冷却材ポンプサーマルバリア冷却水出口しゃ断弁	1台																												
封水戻り第1隔離弁	1台																												
B冷却材ループ高温側サンプル第1隔離弁	1台																												
格納容器R-11・12隔離弁	1台																												
ほう酸注入タンク出口弁	2台																												
冷却材ポンプ冷却水入口第1しゃ断弁	1台																												
冷却材ポンプモータ冷却水出口第2しゃ断弁	1台																												
格納容器行計器用空気隔離弁	2台																												



弁電動装置機器配置図 (1)

弁番号	名 称
MOV-8112	封水戻り第1隔離弁
MOV-8701A	A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第2弁)
MOV-8701B	B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第2弁)
MOV-8702A	A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第1弁)
MOV-8702B	B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第1弁)

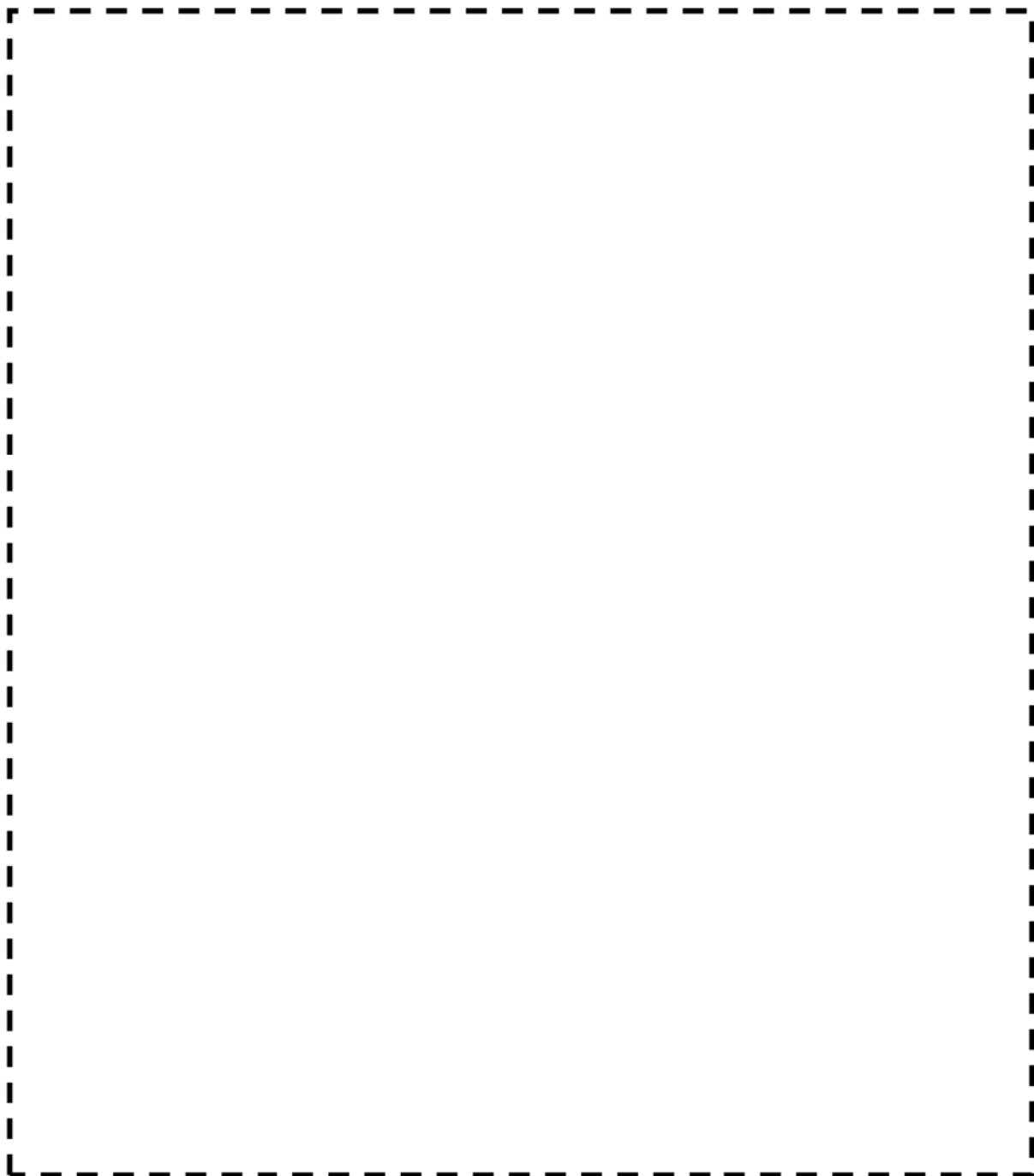
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



弁電動装置機器配置図（2）

弁番号	名 称
MOV-5004B	B冷却材ループ高温側サンプル第1隔離弁
MOV-5298	冷却材ポンプモータ冷却水出口第1しゃ断弁
MOV-5299	冷却材ポンプサーマルバリア冷却水出口しゃ断弁
MOV-8808A	Aアキュムレータ出口電動弁
MOV-8808B	Bアキュムレータ出口電動弁
MOV-8808C	Cアキュムレータ出口電動弁

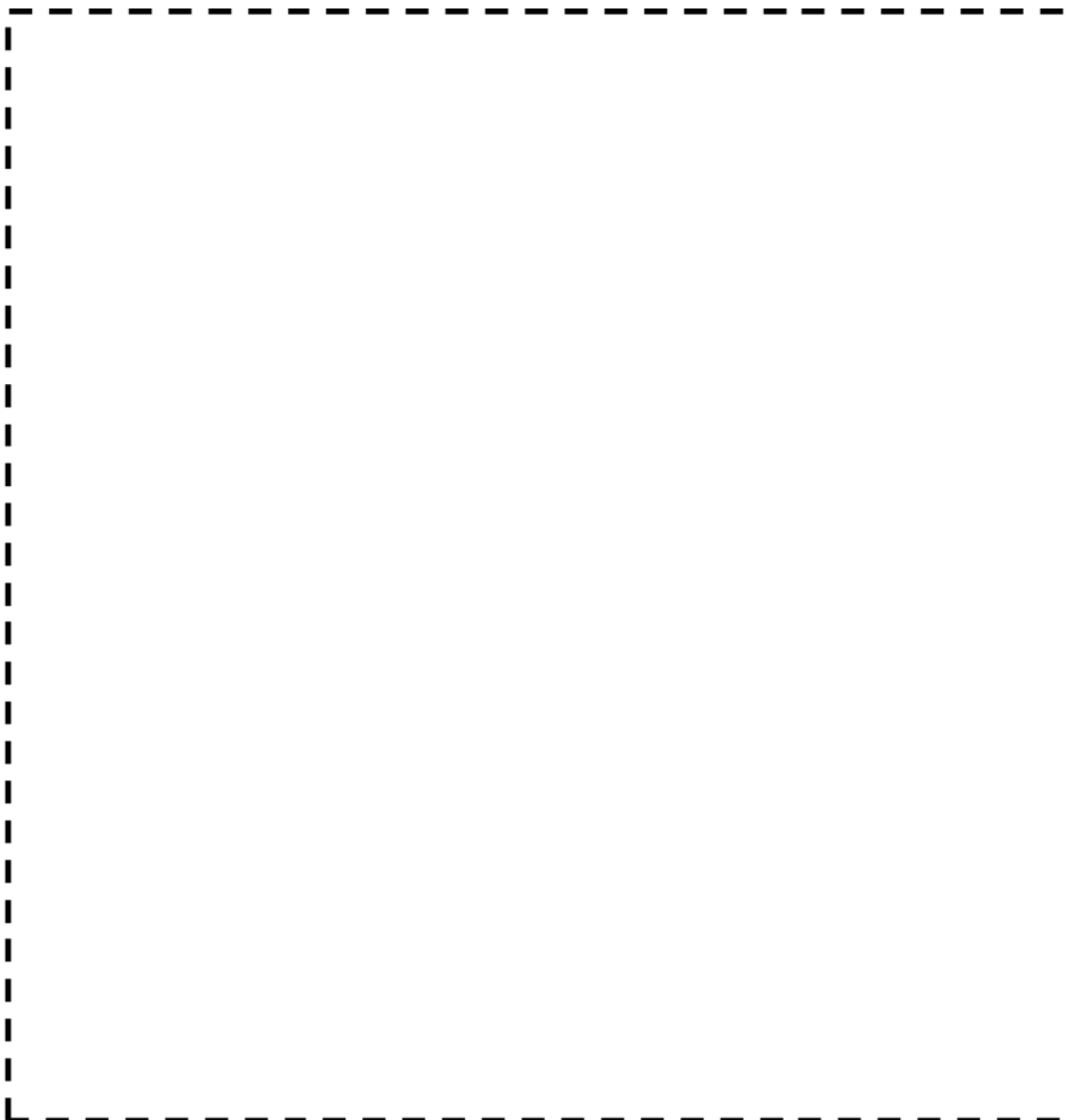
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



弁電動装置機器配置図（3）

弁番号	名 称
MOV-6756A	格納容器R-11・12隔離弁
MOV-8000A	加圧器逃がし弁（PCV-445）入口止弁
MOV-8000B	加圧器逃がし弁（PCV-444A）入口止弁

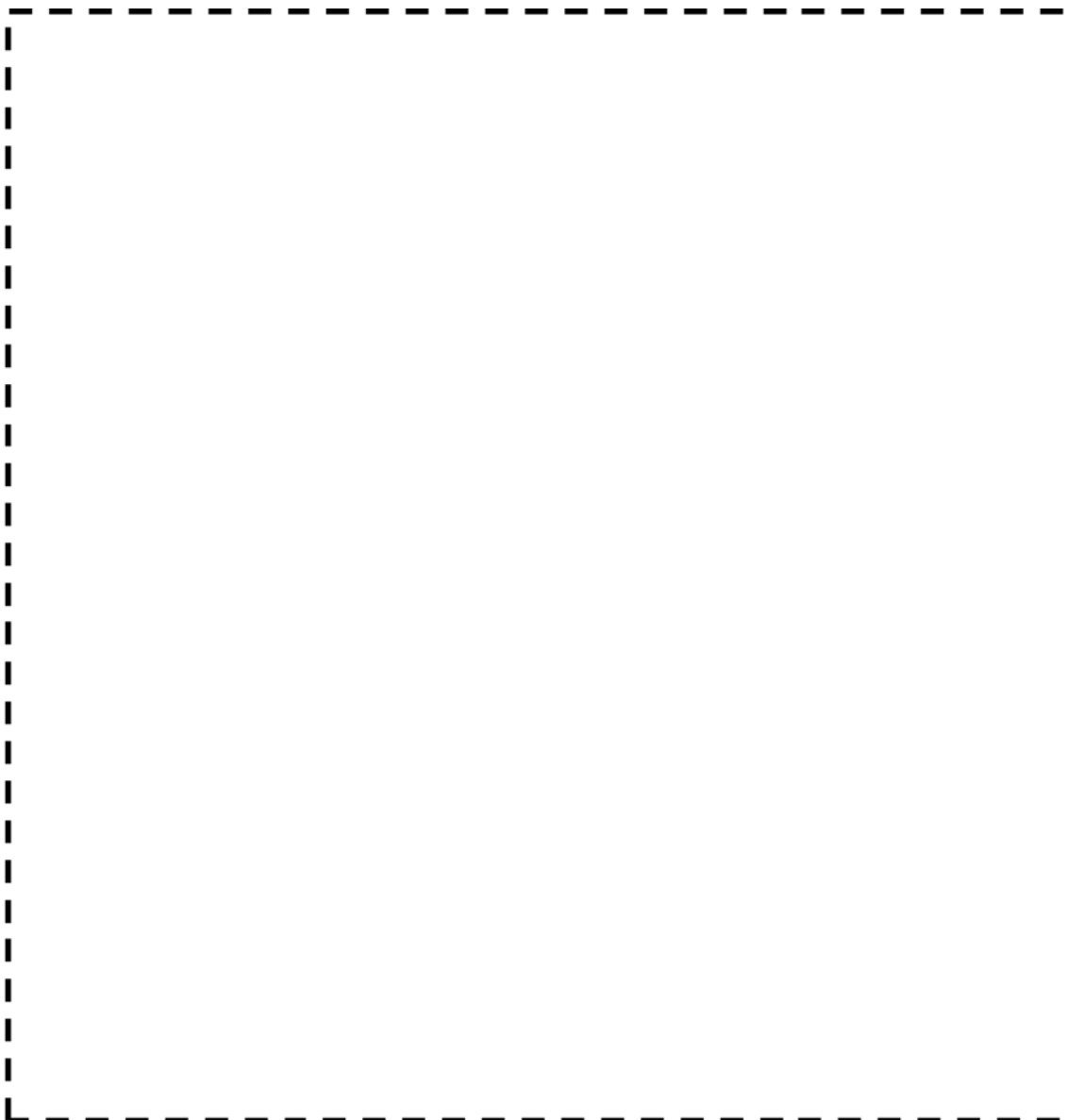
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



弁電動装置機器配置図（4）

弁番号	名 称
MOV-8801A	ほう酸注入タンク出口弁（A）
MOV-8801B	ほう酸注入タンク出口弁（B）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



弁電動装置機器配置図（5）

弁番号	名 称
MOV-5141B	冷却材ポンプ冷却水入口第1しゃ断弁
MOV-5155	冷却材ポンプモータ冷却水出口第2しゃ断弁
MOV-6202	A格納容器行計器用空気隔離弁
MOV-6203	B格納容器行計器用空気隔離弁

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

美浜3号炉－絶縁低下－23 rev1

<p>タイトル</p>	<p>設計基準事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置について、これまでに取替実績がある場合は、その型式、取替理由、機器数、取替時期を提示すること。 (6-2.1-22頁)</p>																																																												
<p>説明</p>	<p>事故時雰囲気環境下において機能要求のある弁電動装置のうち、取替実績がある弁電動装置は以下の通り。取替理由は全て「弁の耐環境化」である。</p> <table border="1" data-bbox="422 696 1294 1496"> <thead> <tr> <th>名 称</th> <th>取替時期</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>封水戻り第1隔離弁</td> <td>18回定検</td> <td>SMB-00</td> </tr> <tr> <td>A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第2弁)</td> <td>17回定検</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第2弁)</td> <td>17回定検</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第1弁)</td> <td>19回定検</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第1弁)</td> <td>17回定検</td> <td>SMB-3</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプモータ冷却水出口 第1しゃ断弁</td> <td>18回定検</td> <td>SMB-00</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプサーマルバリア 冷却水出口しゃ断弁</td> <td>18回定検</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>Aアキュムレータ出口電動弁</td> <td>18回定検</td> <td>SMB-4</td> </tr> <tr> <td>Bアキュムレータ出口電動弁</td> <td>18回定検</td> <td>SMB-4</td> </tr> <tr> <td>Cアキュムレータ出口電動弁</td> <td>18回定検</td> <td>SMB-4</td> </tr> <tr> <td>加圧器逃がし弁 (PCV-445) 入口止弁</td> <td>17回定検</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>加圧器逃がし弁 (PCV-444A) 入口止弁</td> <td>17回定検</td> <td>SMB-0</td> </tr> </tbody> </table> <p>なお、工事計画を受け、MS区画が明確になったことから下記の弁については耐環境性の弁電動装置に取替え予定である。</p> <table border="1" data-bbox="422 1653 1294 1993"> <thead> <tr> <th>名 称</th> <th>取替時期</th> <th>型式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ほう酸注入タンク出口弁 (A)</td> <td>25回定検予定</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>ほう酸注入タンク出口弁 (B)</td> <td>25回定検予定</td> <td>SMB-0</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプ冷却水入口 第1しゃ断弁</td> <td>25回定検予定</td> <td>SMB-00</td> </tr> <tr> <td>冷却材ポンプモータ冷却水出口 第2しゃ断弁</td> <td>25回定検予定</td> <td>SMB-00</td> </tr> <tr> <td>A格納容器行計器用空気隔離弁</td> <td>25回定検予定</td> <td>SMB-000</td> </tr> <tr> <td>B格納容器行計器用空気隔離弁</td> <td>25回定検予定</td> <td>SMB-000</td> </tr> </tbody> </table>	名 称	取替時期	型式	封水戻り第1隔離弁	18回定検	SMB-00	A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第2弁)	17回定検	SMB-3	B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第2弁)	17回定検	SMB-3	A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第1弁)	19回定検	SMB-3	B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第1弁)	17回定検	SMB-3	冷却材ポンプモータ冷却水出口 第1しゃ断弁	18回定検	SMB-00	冷却材ポンプサーマルバリア 冷却水出口しゃ断弁	18回定検	SMB-0	Aアキュムレータ出口電動弁	18回定検	SMB-4	Bアキュムレータ出口電動弁	18回定検	SMB-4	Cアキュムレータ出口電動弁	18回定検	SMB-4	加圧器逃がし弁 (PCV-445) 入口止弁	17回定検	SMB-0	加圧器逃がし弁 (PCV-444A) 入口止弁	17回定検	SMB-0	名 称	取替時期	型式	ほう酸注入タンク出口弁 (A)	25回定検予定	SMB-0	ほう酸注入タンク出口弁 (B)	25回定検予定	SMB-0	冷却材ポンプ冷却水入口 第1しゃ断弁	25回定検予定	SMB-00	冷却材ポンプモータ冷却水出口 第2しゃ断弁	25回定検予定	SMB-00	A格納容器行計器用空気隔離弁	25回定検予定	SMB-000	B格納容器行計器用空気隔離弁	25回定検予定	SMB-000
名 称	取替時期	型式																																																											
封水戻り第1隔離弁	18回定検	SMB-00																																																											
A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第2弁)	17回定検	SMB-3																																																											
B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第2弁)	17回定検	SMB-3																																																											
A余熱除去ポンプ入口弁 (A冷却材ループ連絡第1弁)	19回定検	SMB-3																																																											
B余熱除去ポンプ入口弁 (B冷却材ループ連絡第1弁)	17回定検	SMB-3																																																											
冷却材ポンプモータ冷却水出口 第1しゃ断弁	18回定検	SMB-00																																																											
冷却材ポンプサーマルバリア 冷却水出口しゃ断弁	18回定検	SMB-0																																																											
Aアキュムレータ出口電動弁	18回定検	SMB-4																																																											
Bアキュムレータ出口電動弁	18回定検	SMB-4																																																											
Cアキュムレータ出口電動弁	18回定検	SMB-4																																																											
加圧器逃がし弁 (PCV-445) 入口止弁	17回定検	SMB-0																																																											
加圧器逃がし弁 (PCV-444A) 入口止弁	17回定検	SMB-0																																																											
名 称	取替時期	型式																																																											
ほう酸注入タンク出口弁 (A)	25回定検予定	SMB-0																																																											
ほう酸注入タンク出口弁 (B)	25回定検予定	SMB-0																																																											
冷却材ポンプ冷却水入口 第1しゃ断弁	25回定検予定	SMB-00																																																											
冷却材ポンプモータ冷却水出口 第2しゃ断弁	25回定検予定	SMB-00																																																											
A格納容器行計器用空気隔離弁	25回定検予定	SMB-000																																																											
B格納容器行計器用空気隔離弁	25回定検予定	SMB-000																																																											

美浜3号炉－絶縁低下－24 rev1

タイトル	代表機器以外の設計基準事故時雰囲気内で機能要求のある弁電動装置の評価について。
説明	<p>代表機器の余熱除去ポンプ入口弁電動装置の型式はSMB（SMB-3）の射H種絶縁で、代表機器の選定については、原子炉格納容器内のループ室に設置されており、弁本体が大きな駆動力を要するものを代表機器として選定している。</p> <p>一方、長期健全性試験に供試した型式・絶縁仕様はSMB（SMB-000）の射H種絶縁である。美浜3号炉のCV内で、設計基準事故時雰囲気内で機能要求（EQ要求）のある電動装置のモータとしてはSMB-0、SMB-00、SMB-000、SMB-3、SMB-4の射H種絶縁のものがあり、大きさや外観は異なるものの、型式・絶縁仕様は同じであり、シール部の構造や電動機の構造、絶縁材の使用材料は同様であることから、耐環境性の観点で差異はなく、当該長期健全性試験はどのCV内でEQ要求のあるモータに対しても代表性があると考えられる。</p> <p>よって、代表機器以外のCV内でEQ要求のある弁電動装置の評価についても、代表機器による評価で包絡することができるものと考えられる。</p> <p>一方、EQ要求がある電動装置のうち、MS区画のものがあるが、MS区画ではCV内ほど過酷な仕様は求められないことから、モータの絶縁仕様、絶縁材料が異なる弁電動装置SMB又はSBのH種（交流）を設置する予定である。</p> <p>MS区画内に設置予定の弁電動装置における長期健全性評価については、実機と絶縁種や材料が同一で、構造的にはより複雑な実機相当品（SMB-000、H種、直流）による長期健全性試験により、健全性評価を実施した結果、60年間の通常運転とその後の設計基準事故後においても、絶縁機能を維持できたことから、当該弁電動装置に関しても健全性に問題はないと考える。なお、実機相当品によるMS区画内の設計基準事故時雰囲気を包絡する長期健全性試験の内容及び妥当性説明は添付1～4の通り。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>



## MS区画内設置の弁電動装置に対する耐環境性試験内容及び妥当性説明

MS区画内設置の弁電動装置については、同一製造メーカーのより構造が複雑な直流モータの弁電動装置に対する長期健全性試験を実施しており、その試験結果を基に健全性評価を実施している。

なお、長期健全性試験を実施した直流モータの弁電動装置と実機に設置される交流モータの弁電動装置は、モータ部分の構造や絶縁材料は同等であり、交流モータの弁電動装置は絶縁性能において、弁電動装置全体がより構造上複雑である直流モータの弁電動装置の同等以上であると言えることから、直流モータの弁電動装置に対する長期健全性試験結果を基に交流モータの弁電動装置の健全性評価を実施することに問題はないと考える。

MS区画内設置の弁電動装置の長期健全性試験手順を次項に、詳細な試験条件及びその妥当性を添付2、添付3に示す。添付2に示すとおり、美浜3号炉の環境条件に余裕をみた60℃－60年間の運転を包絡しており、運転年数60年相当以上での健全性を確認している。さらに、添付3に示すように、実機的设计基準事故時(MS L B)条件を包絡していることを確認した。

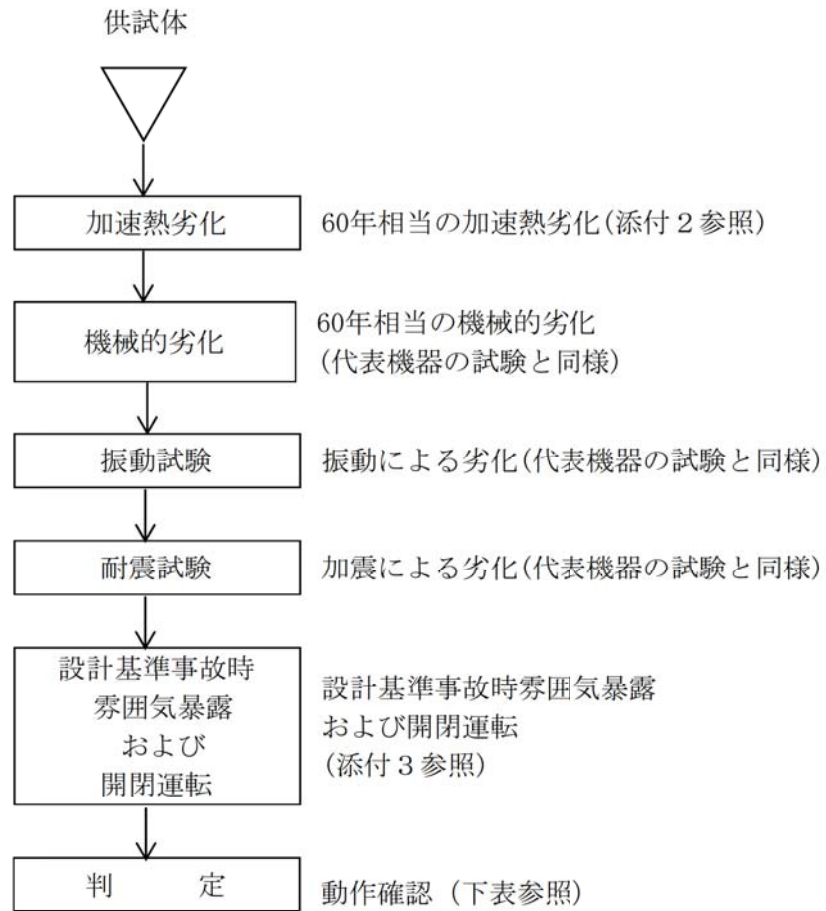


図 MS 区画内の電動装置の長期健全性試験手順

表 MS 区画内の弁電動装置の長期健全性試験結果

項目	判定 (メーカー基準)
動作確認	良

## MS 区画内の弁電動装置の熱加速劣化条件とその妥当性について

MS 区画内の弁電動装置の熱加速劣化条件とその妥当性については下表に示すとおり、美浜 3 号炉の原子炉格納容器外の環境条件（約40℃）に余裕をみた温度（60℃）で、60年間の運転を包絡していることを確認した。

対象部位	加速熱劣化試験条件 (温度—時間)	60℃換算	合計
固定子コイル (ポリアミドイミド)	* 1	23427日 (64年)	158130日 (100年 以上)
	* 2	134703日 (369年)	
口出線・接続部品* 3 (シリコーンゴム)	* 1	226087日 (100年以上)	1526088日 (100年 以上)
	* 2	1300001日 (100年以上)	

\* 1：駆動装置一式で加熱する前に予め当該部位に加えた熱劣化条件

\* 2：駆動装置一式に加えた熱劣化条件

なお、試験条件を設定する際に考慮した部位、材料、活性化エネルギー、およびその根拠は以下のとおり。

- ・固定子コイル：ポリアミドイミド、 kcal/mol、メーカーデータ
- ・口出線・接続部品：シリコーンゴム、 kcal/mol、メーカーデータ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

## MS区画内の弁電動装置の設計基準事故時雰囲気暴露試験条件とその妥当性について

美浜3号炉のMS区画における設計基準事故時（MSLB）の解析結果の包絡条件（設計基準事故包絡条件）と事故時雰囲気暴露試験の条件とを比較した結果を以下に示す。

## (1) 固定子コイル（ポリアミドイミド）

	条件（温度×時間）	50℃換算*1	合計
事故時雰囲気暴露試験		30,545,603日 (100年以上)	30,545,763日 (100年以上)
		160日 (0.4年)	
設計基準事故包絡条件		3,520,560日 (100年以上)	3,520,568日 (100年以上)
		1時間 (0日)	
		198時間 (8日)	

\*1：固定子コイルの活性化エネルギー  $\square$  kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。

## (2) 口出線・接続部品（シリコンゴム）

	条件（温度×時間）	50℃換算*1	合計
事故時雰囲気暴露試験		4,513,194,927日 (100年以上)	4,513,194,929日 (100年以上)
		638日 (1.7年)	
設計基準事故包絡条件		387,381,528日 (100年以上)	387,381,531日 (100年以上)
		1時間 (0日)	
		73時間 (3日)	

\*1：口出線・接続部品の活性化エネルギー  $\square$  kcal/molでの換算値

以上の通り、事故時雰囲気暴露の試験条件は、実機の設計基準事故包絡条件を包絡している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜3号炉－耐震－4 rev1

タイトル	<p>建設後の耐震補強の実績がある場合の、下記種別（イ、ロ、ハ、ニ）ごとの実施時期と工事概要（サポートの撤去、移動、追設、容量変更の要点を含む）について。</p> <p>イ) 耐震バックチェックに関連した耐震補強ケース ロ) 新規制基準適合申請に関連した耐震補強ケース ハ) 経年劣化事象の評価に関連する耐震補強ケース ニ) イ)、ロ)、ハ) 以外の耐震補強ケース</p>
説明	<p>建設後の耐震補強の実績について、次のとおり纏めた。</p> <p>イ) 耐震バックチェックに関連し耐震裕度向上を目的として、以下工事を実施している。</p> <p>○原子炉格納容器内にある配管の支持構造物について、支持部材の追加工等を実施した。</p> <p>第22回定検(平成19年度) (工事概要：添付1(1/4))</p> <p>○原子炉冷却系統などの配管、格納容器排気系統などのダクト、電気計装盤類などの支持構造物を強化した。</p> <p>第23回定検(平成20年度) (工事概要：添付1(2/4))</p> <p>○余熱除去系統や化学体積制御系統などの配管、アニュラス循環系統や補助建屋よう素除去排気系統のダクト、蒸気発生器や加圧器などの機器類の支持構造物を強化した。</p> <p>第24回定検(平成21年度) (工事概要：添付1(3/4))</p> <p>○余熱除去系統や内部スプレイ系統などの配管、アニュラス循環系統のダクト、蒸気発生器などの機器の支持構造物を強化した。</p> <p>第25回定検(平成23年度～) (工事概要：添付1(4/4))</p> <p>ロ) 新規制基準適合申請に関連した耐震補強ケースは、添付2、添付3のとおり。</p> <p>ハ) 経年劣化事象の評価に関連する耐震補強ケースは、添付2、添付3、添付4のとおり。</p> <p>ニ) 建設以降の工事計画認可申請書及び工事計画届出書において、今回提出した「美浜3号機 耐震安全性評価書」で評価対象とした機器の部位に対し、耐震計算を実施している工事を抽出した結果は、以下のとおり。</p> <p>○低圧タービンロータ他取替工事 (LP-3) 第14回定検(平成6～7年度) (LP-1, 2) 第15回定検(平成8年度) [工事概要] 低圧タービンロータ及び関連部位の取替えを行った。なお、特別な耐震補強は実施していない。</p>

○原子炉容器上蓋取替工事 第15回定検（平成8年度）

〔工事概要〕

国内外における600系ニッケル基合金使用部位に応力腐食割れが確認されていることに鑑み、上部蓋管台部に耐応力腐食割れに優れた690系ニッケル基合金を使用した原子炉容器上部蓋に取替えるとともに、制御棒駆動装置等を一体で取替えた。なお、特別な耐震補強は実施していない。

○蒸気発生器取替工事 第15回定検（平成8年度）

〔工事概要〕

美浜2号機蒸気発生器細管破断事故に鑑み、蒸気発生器の取替を行った。なお、特別な耐震補強は実施していない。

○燃料取替用水タンク取替工事 第19回定検（平成13年度）

〔工事概要〕

海塩粒子による塩素型応力腐食割れに対する長期保全の観点から、燃料取替用水タンクを取替えた。なお、特別な耐震補強は実施していない。

○格納容器再循環サンプスクリーン取替工事 第24回定検

（平成21年度）

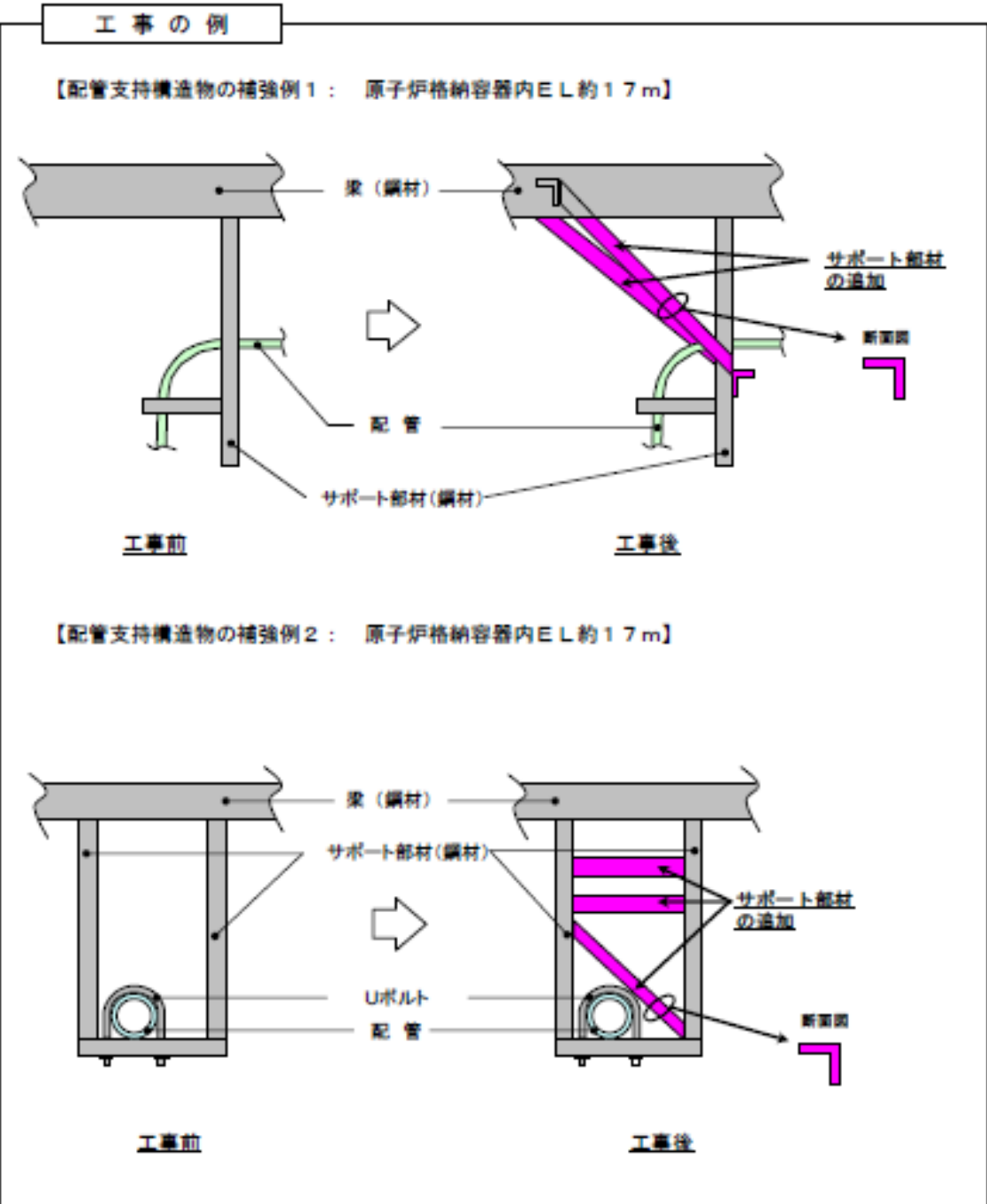
〔工事概要〕

平成20年2月に「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について(内規)」(平成20年2月27日平成20・02・12原院第5号)及び「格納容器再循環サンプスクリーン閉塞事象に関する対応について」(平成20年2月29日平成20・02・28原院第3号)が発出され、上記内規の制定により、具体的な格納容器再循環サンプスクリーンの性能評価手法が明確になったことを受け、既設のスクリーンを撤去し、上記内規に適合する性能の向上(面積の拡大)を図った新たなスクリーンを設置した。

以 上

美浜3号機 第22回定検 耐震裕度向上工事 概要

**工事概要**  
 既設設備の耐震性を一層向上させるため、原子炉格納容器内にある配管の支持構造物10箇所について、支持部材の追加等を実施した。

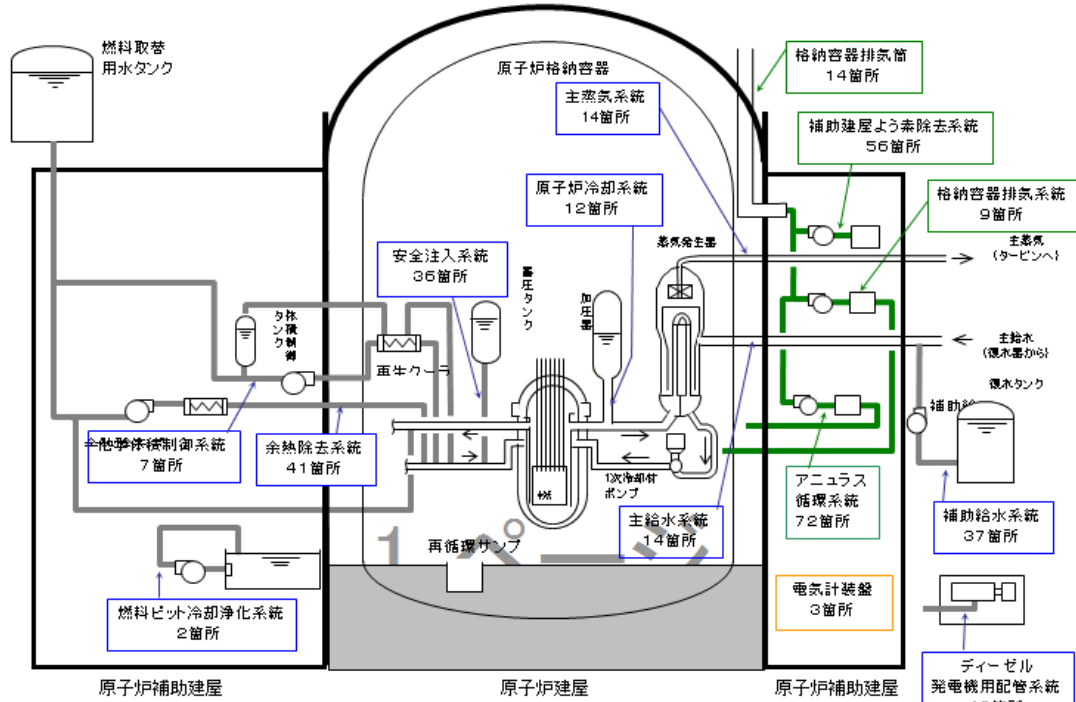


美浜3号機 第23回定検 耐震裕度向上工事 概要

工事概要

既設設備の耐震性を一層向上させるため、原子炉冷却系統などの配管、格納容器排気系統などのダクト、電気計装盤類などの支持構造物を強化した。

支持構造物を補強した系統の概要図



工事实施箇所数

配管支持構造物	213箇所
ダクト支持構造物	151箇所
機器他支持構造物	24箇所
合計	388箇所

伝送器架台  
(原子炉建屋・原子炉補助建屋他)  
15台

変圧器  
2台

蓄電池  
2系列

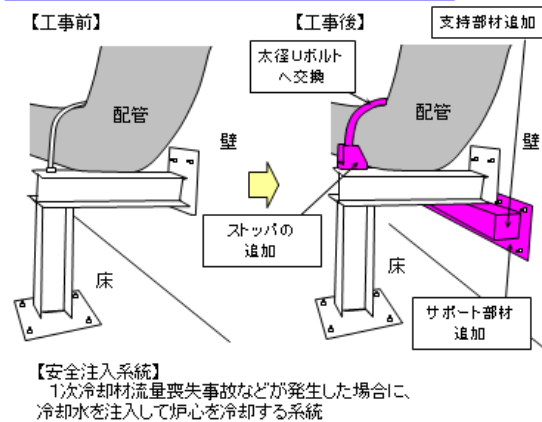
制御建屋  
循環ファン  
2基

補助給水系統  
37箇所

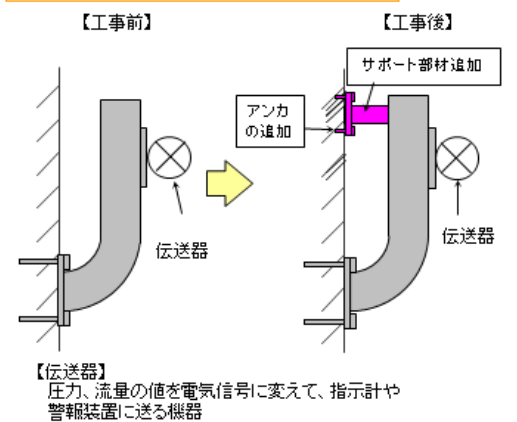
ディーゼル  
発電機用配管系統  
48箇所

海水系統  
2箇所

安全注入系統配管支持部の強化例



伝送器架台の強化例



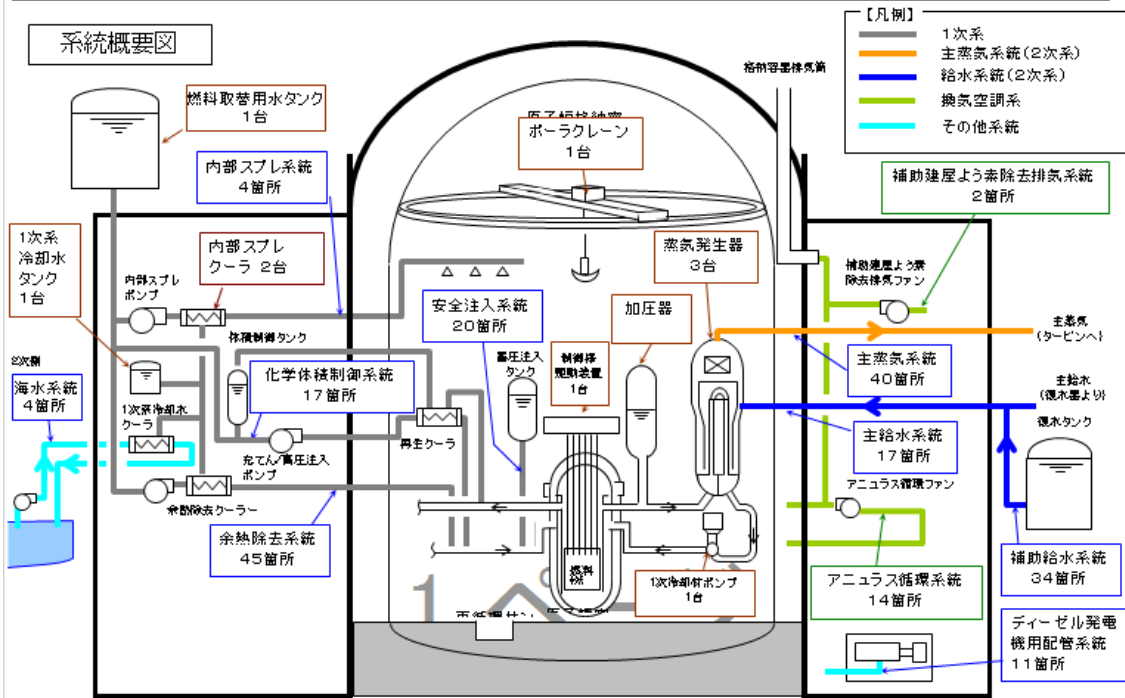


美浜3号機 第24回定検 耐震裕度向上工事 概要

工事概要

設備の耐震性を一層向上させるため、余熱除去システムや化学体積制御システムなどの配管、アンユラス循環システムや補助建屋よう素除去排気システムのダクト、蒸気発生器や加圧器などの機器類の支持構造物を強化した。

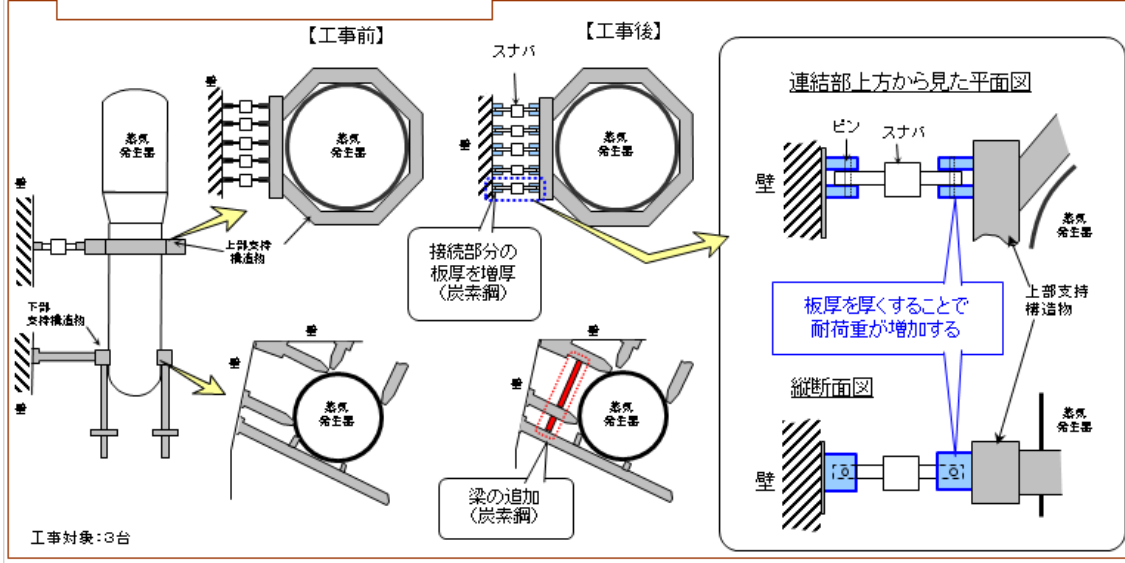
系統概要図



所内開閉装置 (原子炉補助建屋等) 2箇所	蓄電池 (原子炉補助建屋等) 2台
-----------------------------	-------------------------

工事実施箇所数	
<支持構造物>	
配管	192箇所
ダクト	16箇所
機器	15台
合計	223箇所

蒸気発生器支持部の強化例(イメージ)





## 美浜3号機 耐震補強工事 (配管以外)

機器名	補強内容	実施時期	ケース
燃料取替用水タンク			
復水タンク			ロ
抽出水再生クーラ			
制御棒駆動装置			
伸縮継手			ロ ハ
炉内構造物取替	<p>【炉内構造物取替】</p> <p>&lt;工事概要&gt;</p> <p>海外で発生しているバッフルフォーマボルトの損傷事例への対応や耐震性向上を図るため、これらへの対策を施した炉内構造物（上部炉心構造物、下部炉心構造物）の取替えを行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○最新設計の採用 上部炉心構造物の形状等を最新設計に変更する。</li> <li>○高経年化対策 Bfbの長尺化等による発生応力の低減と、ボルト冷却穴の設置による使用環境の改善を行い、応力腐食割れに対する耐性の向上を図る。</li> <li>○新規制基準（耐震）対策 ラジアルサポートの構造変更を行い、耐震性向上を図る。</li> </ul> <p style="text-align: right;">(添付2(5/5)参照)</p>	未定	ロ ハ

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

美浜3号機 燃料取替用水タンク取替概要

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

美浜3号機 CRDM中間耐震サポート追設工事概要

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

美浜3号機 主蒸気・主給水管ベローズの改造概要

【工事目的】

基準地震動を踏まえ設備の耐震裕度を向上させるため、伸縮継手の機能を強化する。

【工事概要】

機械ペネトレーションのうち、主蒸気系統及び主給水系統配管貫通部伸縮継手について、耐震補強として取替を実施する。

【補強例】



表 主な改造諸元

	原子炉格納容器最高使用圧力 (MPa) P	最高使用温度 (°C)	伸縮継手有効径 (mm) d <sub>e</sub>	継手部の波の高さ (mm) h	継手部の波のピッチの2分の1 (mm) b	継手部の板の厚さ (mm) t	伸縮継手1個の山数 W <sub>N</sub>	継手部の層数 c	材料	ヤング率 (MPa) E	複式伸縮継手の長さ (mm)		
											中心間距離 A <sub>1</sub>	中間の管の長さ ℓ	伸縮継手の長さ L
主蒸気配管格納容器貫通部	0.261	291							SUS304	176000			
主給水配管格納容器貫通部	0.261	230							SUS304	180000			

枠囲みの範囲はメーカー技術情報に係る事項ですので公開することはできません

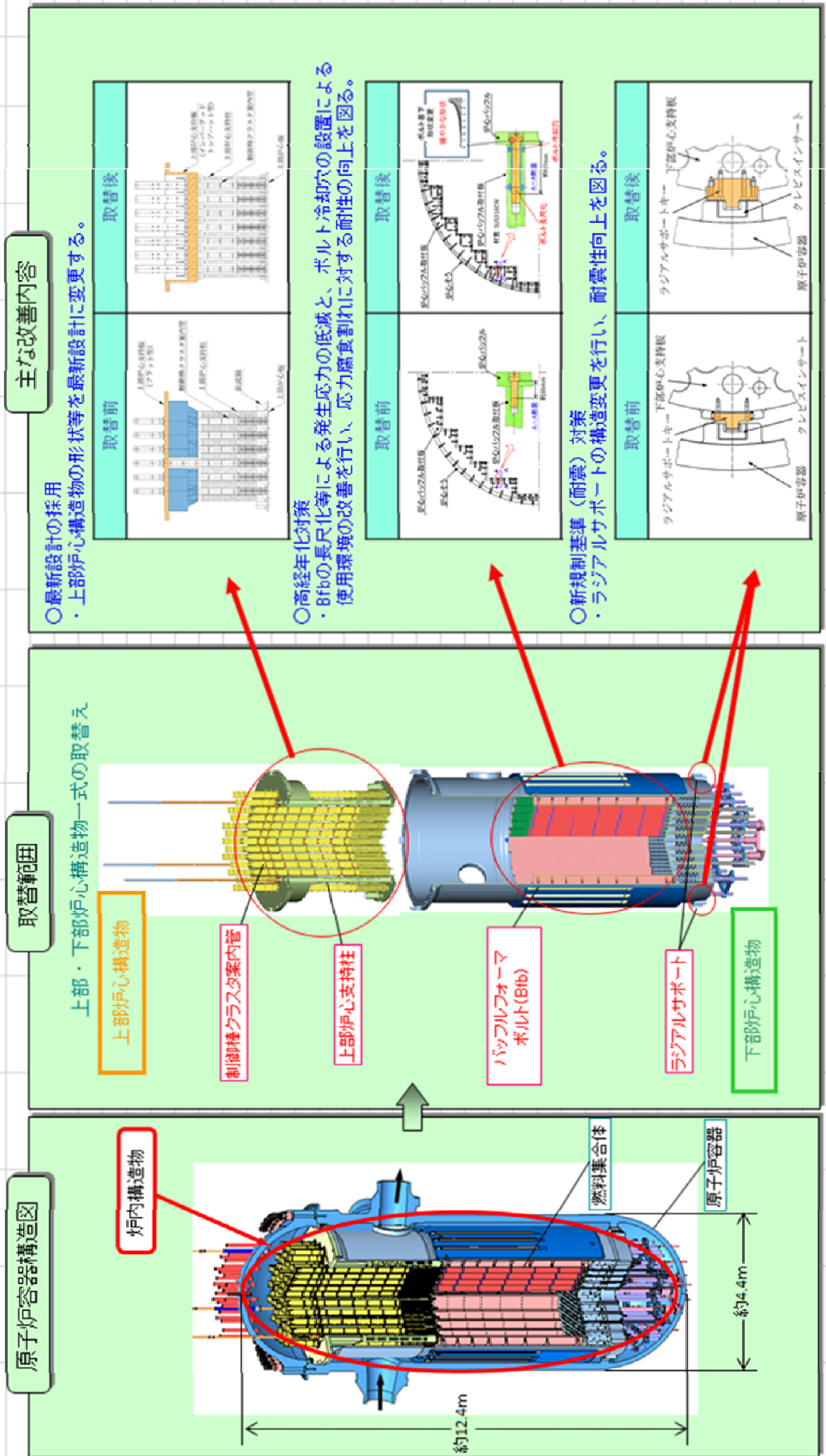
## 美浜3号炉 炉内構造物取替えについて

**【工事的目的】**

炉内構造物を取り替え、高経年化対策及び耐震性向上を図る。

**【工事概要】**

海外で発生しているバウフルフォームボルトの損傷事例への対応や耐震性向上を図るため、これらへの対策を施した炉内構造物(上部炉心構造物、下部炉心構造物)の取替えを行う。\*



※：高浜1・2号炉、美浜3号炉については、新規制基準前からの炉内構造物の取替えを計画していたが、美浜発電所の連地震動は高浜発電所と比べて大きいことから、美浜3号炉については今回取替えを前掲に許認可申請を行うこととしたもの。高浜1・2号炉については今回、炉内構造物取替えを前掲とした許認可申請は行わないが、炉内構造物取替えについては検討していく。

## 美浜3号機 耐震補強工事 (配管関係)

機器名	補強箇所	サポート種別	補強内容	補強時期	ケース
1次冷却系 統配管					口
					口
余熱除去系 統配管					口
					口

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



機器名	補強箇所	サポート種別	補強内容	補強時期	ケース
余熱除去系 統配管					口
					口
					口
安全注入系 統配管					口

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

機器名	補強箇所	サポート種別	補強内容	補強時期	ケース
主蒸気系統 配管					□
					□
					□

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

機器名	補強箇所	サポート種別	補強内容	補強時期	ケース
主給水系統 配管					ロ
					ロ
SGブローダ ウン系統配 管					ハ
化学体積制 御系統配管					—

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図1 1次冷却系統配管（加圧器サージ配管（ブロック No. RC01））

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

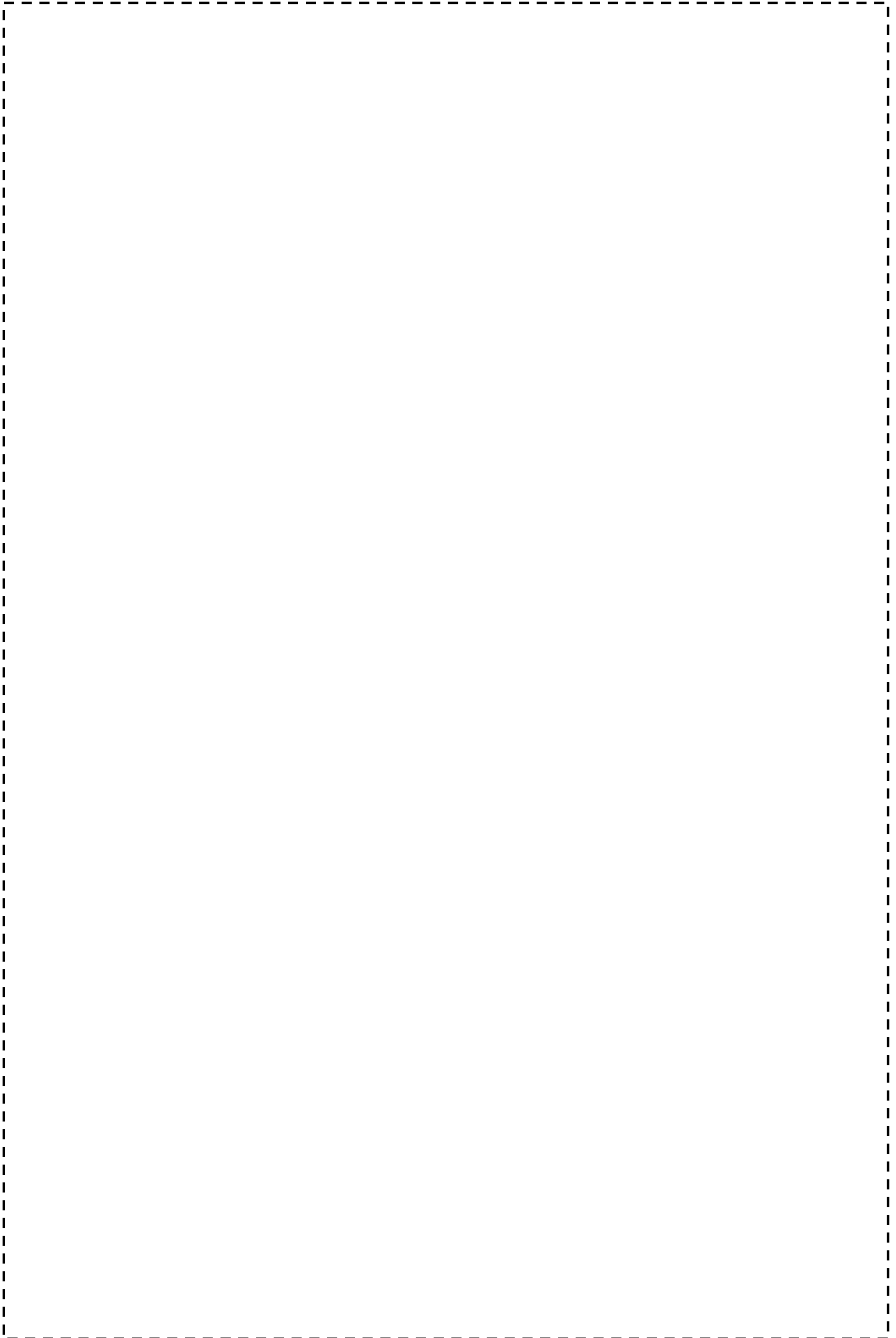


図2 (1/3) 1次冷却系統配管 (加圧器スプレイ+補助スプレイ配管 (ブロック No. RC02))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

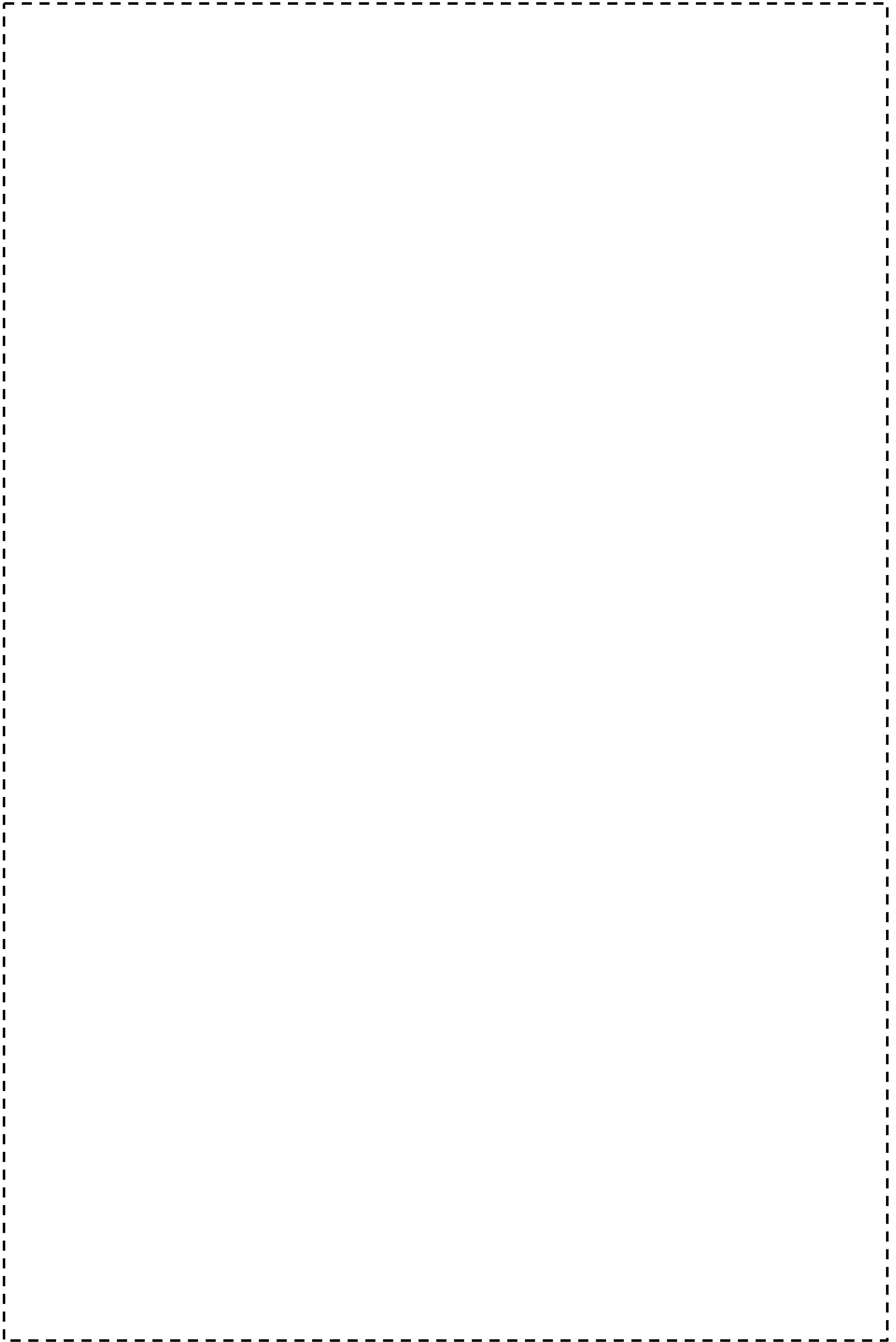


図 2 (2/3) 1次冷却系統配管 (加圧器スプレイ+補助スプレイ配管 (ブロック No. RC02))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図2 (3/3) 1次冷却系統配管 (加圧器スプレイ+補助スプレイ配管 (ブロック No. RC02))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図3 余熱除去系統配管 (A-余熱除去取水配管 (ブロック No. RH01))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。





図4 余熱除去系統配管 (B-余熱除去取水配管) (ブロック No. RH07)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 5 余熱除去系統配管 (A-余熱除去ポンプ出口配管 (ブロック No. RH03))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 6(1/2) 余熱除去系統配管 (A-余熱除去クーラ出口配管 (クーラ側) (ブロック No. RH04, 16))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 6 ( 2 / 2 ) 余熱除去系統配管 ( A - 余熱除去クーラ出口配管 ( クーラ側 ) ( ブロック No. RH04, 16 )

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

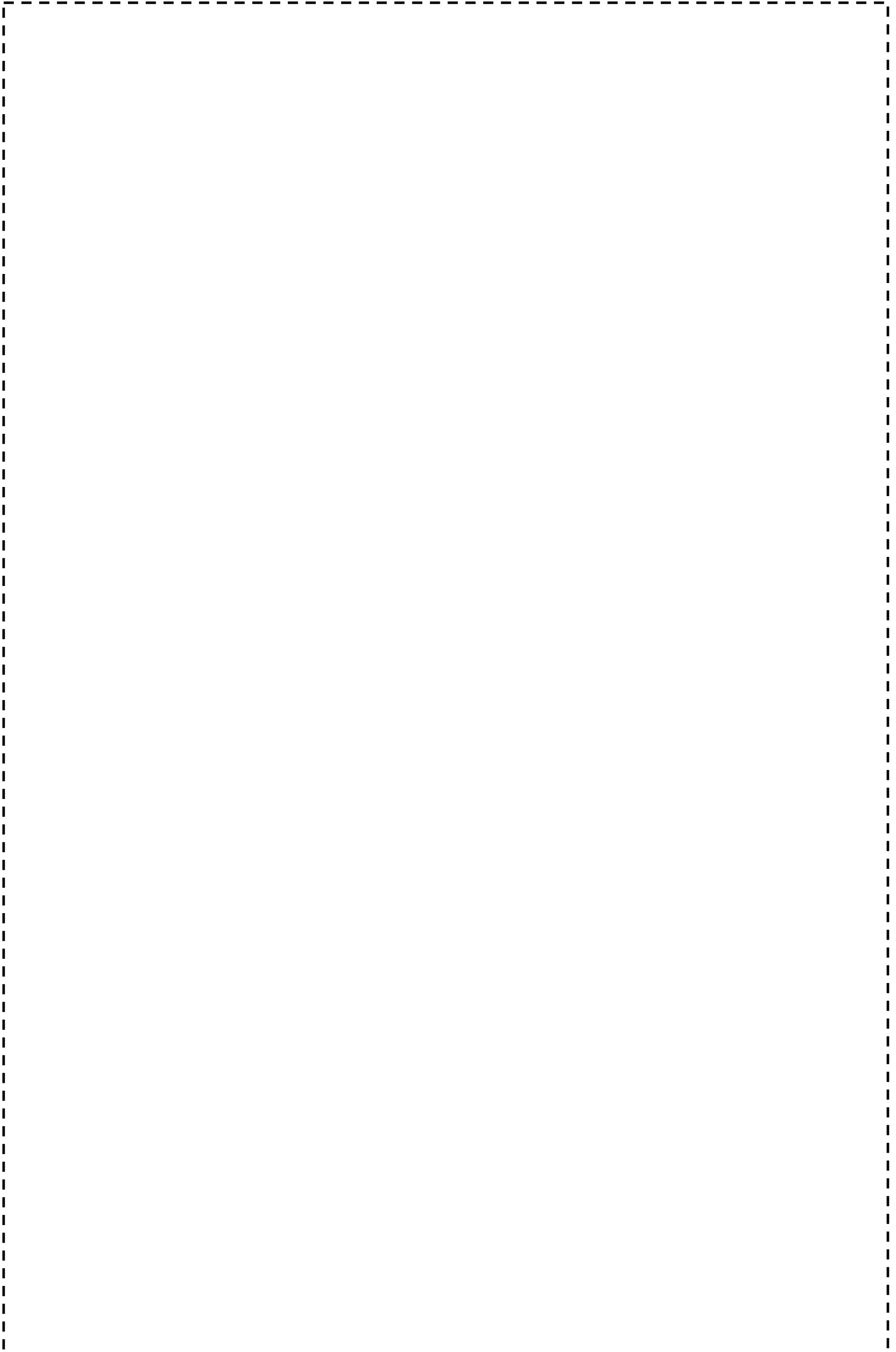


図7 余熱除去系統配管 (B-余熱除去クーラ出口配管 (クーラ側) (ブロック No. RH11, 12))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 8 安全注入系統配管 (B-蓄圧注入配管 (ブロック No. SI01b))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図9 主蒸気系統配管 (A-主蒸気配管 (CV内)) (ブロック No. MS01a)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 12 主蒸気系統配管 (A-主蒸気配管 (CV 外) (ブロック No. MS02a))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。





図 13 主蒸気系統配管 (B-主蒸気配管 (CV 外) (ブロック No. MS02b))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 17 主給水系統配管 (C-主給水配管 (CV 内) (ブロック No. FW01c))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 19 主給水系統配管 (B-主給水配管 (CV 外) (ブロック No. FW02b))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

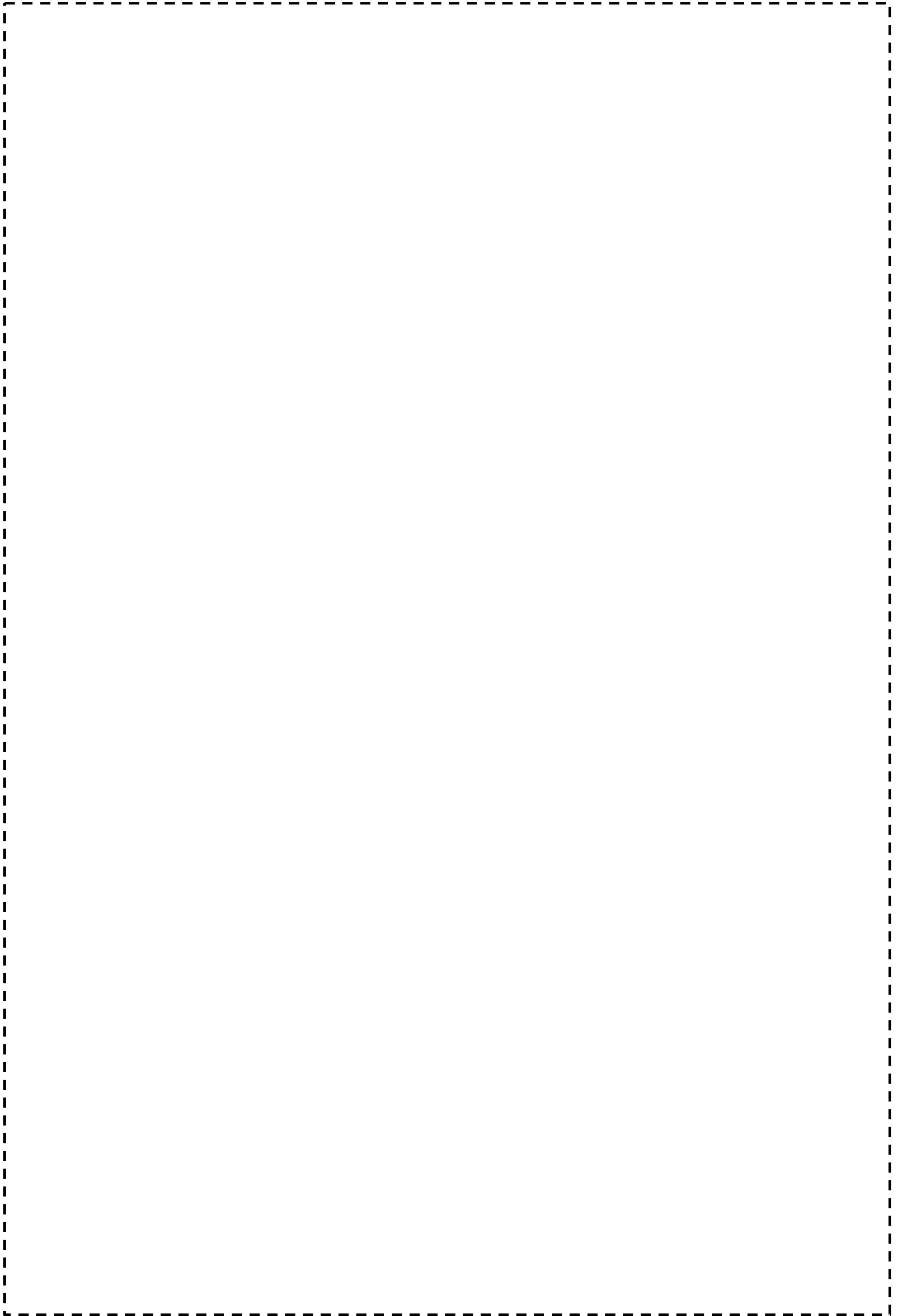


図 22 B-SGBD 配管 (PEN#233、CV 外) (ブロック No. BD233o)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 24 (1/2) 化学体積制御系統配管 (抽出配管 (ブロック No. CS05))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 24 (2/2) 化学体積制御系統配管 (抽出配管 (ブロック No. CS05))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 25 化学体積制御系統配管（抽出配管(CV 内)（ブロック No. CS07)）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図 26 化学体積制御系統配管 (抽出配管 (CV 外) (ブロック No. CS08))

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



グラント蒸気系統配管 (グラント蒸気管)

【枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。】

補助蒸気系統配管 ( スチームコンバータ加熱蒸気管  
第 6 抽気ライン ( 第 6 抽気管 ~ スチームコンバータ ) )

【 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。】

美浜3号炉－耐震－2 2 rev3

タイトル	燃料取替用水タンク、復水タンクの機器基礎ボルトの腐食に対する評価の具体的内容（評価仕様、解析モデル、入力（荷重）条件、評価結果を含む）について
説明	燃料取替用水タンク及び復水タンクの機器基礎ボルトの腐食に対する評価の具体的内容について添付に示す。  (1) 燃料取替用水タンク : 添付1 (2) 復水タンク : 添付2

(1) 燃料取替用水タンク  
 <評価仕様>

表1 評価に必要な諸元

名称	記号	単位	値	
最高使用圧力	—	—	大気圧	
最高使用温度	—	℃	95	
容器の満水時質量	$m_0$	kg		
容器の空質量	$m_e$	kg		
積雪質量	$W_s$	kg		
タンク全高	H	mm		
タンク内径	$D_i$	mm		
自由液面高さ	h	mm		
縦弾性係数比	s	—		
基礎ボルト本数	n	—		
基礎ボルトのピッチ円直径	$D_c$	mm		
ベースプレート外径	$D_{b_o}$	mm		
ベースプレート内径	$D_{b_i}$	mm		
基礎ボルト呼び径	d	—		
基礎ボルト腐食量	—	mm		0.3 (直径0.6)
基礎ボルト材質	—	—		
評価用加速度(水平)：図2参照	$C_H$	G		
評価用加速度(鉛直)：図3参照	$C_V$	G		
スロッシング評価用加速度：図4参照	$C''_{DH}$	G		

\*：建築基準法施工令による地震時との組み合わせに対する低減係数を考慮している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

<解析モデル>

JEAG4601-1987の平底たて置円筒形容器の1質点系応答解析結果にハウスナー理論で求めたスロッシング荷重を加算して評価を実施した。

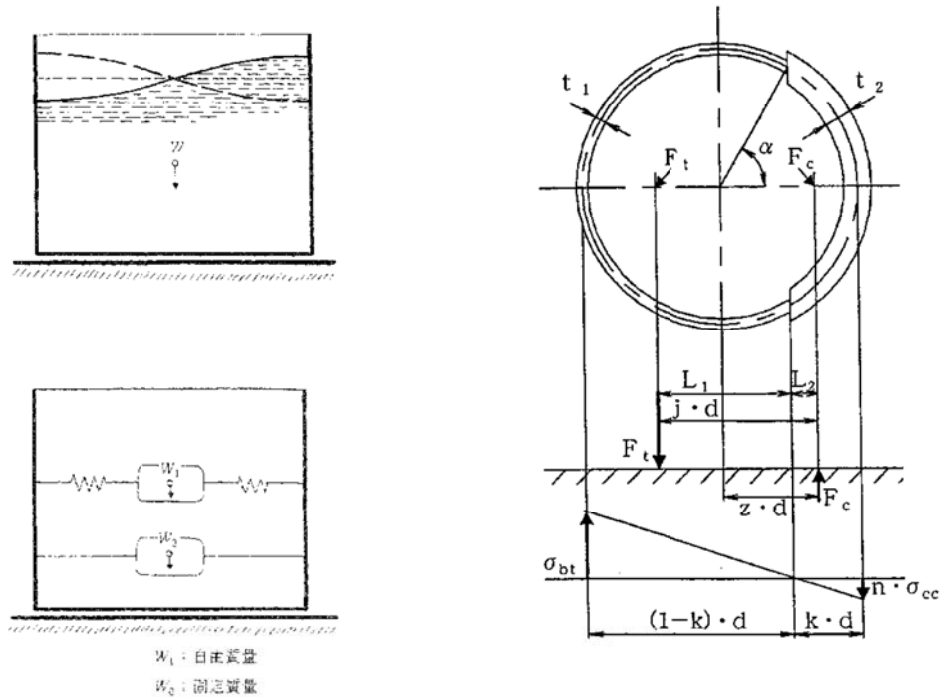


図1 解析モデル

<入力（荷重）条件>

【水平方向】

燃料取替用水タンク床応答曲線※（水平方向）より加速度を算出した。（図2参照）  
 加速度は、固有周期 [ ] (s)での値 [ ] Gを用いる。（1G=9.80665m/s<sup>2</sup>）

$$\frac{[ ]}{[ ]} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

【鉛直方向】

燃料取替用水タンク床応答曲線※（鉛直方向）より加速度を算出した。（図3参照）  
 鉛直方向は剛領域であることから、地震力として床加速度（ZPA）の1.2倍を用いる。

$$\frac{[ ]}{[ ]} \text{ (G)} \quad (1G=9.80665\text{m/s}^2)$$

$$\frac{[ ]}{[ ]} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

※全波包絡FRSにより応答加速度を算出している。

[ 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 ]

## &lt;評価結果&gt;

JEAG4601-1987の平底たて置き円筒形容器の1質点系応答解析結果にハウスナー理論で求めたスロッシング荷重を加算して評価している。

## 1. 地震荷重の計算

## a. 全等価重量

$$R = \frac{D_i}{2} =$$

$$h' = 1.5R =$$

容器の内容水重量は、

$$W_w = m_0 - m_e - W_s =$$

衝撃力を加味した内容水重量は、

$$W' = W_w \times \frac{h'}{h} =$$

衝撃力を加味した $W'$ の等価重量 $W_0'$ は、

$$W_0' = \frac{\tanh\left[\sqrt{3} \frac{R}{h'}\right]}{\sqrt{3} \frac{R}{h'}} \times W' =$$

$$h'' = h - h' =$$

$$W'' = W_w \times \frac{h''}{h} =$$

全等価重量 $W_0$ は、

$$W_0 = W_0' + W'' + m_e + W_s =$$

## b. 地震荷重

$$F_{H0} = a_H \cdot W_0 = C_H \cdot g \cdot W_0 =$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

## 2. 振動力を加味した荷重の計算

- a. 振動力を加味した
- $W_w$
- の等価重量
- $W_1$

$$W_1 = \left( 0.318 \frac{R}{h} \right) \cdot \tanh \left( 1.84 \frac{h}{R} \right) \cdot W_w$$

- b. スロッシングの固有周期

スロッシングによる円固有振動数 $\omega$ は、

$$\omega = \sqrt{\frac{1.84 \times 9806.65}{R} \cdot \tanh \left( 1.84 \frac{h}{R} \right)}$$

スロッシングの固有周期 $T'$ は、

$$T' = \frac{2\pi}{\omega}$$

- c. 水平方向震度

スロッシングの固有周期 $T'$ は、(s)は、床応答曲線の記載範囲外（長周期側）であるため、スロッシングの固有周期に相当する応答加速度を設定する必要がある。

実用上、応答加速度（ $a$ ）と応答速度（ $v$ ）の関係は、固有円振動数（ $\omega$ ）を用いて、

$$a = \omega v = (2\pi/T) v \quad \text{となる。ここで、} \omega = 2\pi/T \quad (T: \text{固有周期})$$

図4の床応答曲線より、固有周期1(s)の時の応答加速度 $C''_{DH}$ は、 $G$ であり、これに対応する応答速度 $v$ は、

$$v = \frac{1}{2\pi} C''_{DH}$$

スロッシングの固有周期 $T'$ まで、応答速度 $v$ が一定であるとしたうえ、安全側にスロッシングの固有周期 $T'$ に相当する加速度 $C'_{DH}$ を求めると、

$$C'_{DH} = \frac{2\pi}{T'} \times v$$

$$a'_{DH} = C'_{DH} \times g$$

- d. 最大変位
- $A_1$
- 及び自由振動角度
- $\theta_h$

$$A_1 = \frac{a'_{DH} \times 10^3}{\omega^2}$$

$$\theta_h = 1.534 \frac{A_1}{R} \cdot \tanh \left( 1.84 \frac{h}{R} \right)$$

- e. 振動力を加味した地震荷重

$$F_{H1} = 1.2 W_1 \cdot g \cdot \theta_h \cdot \sin \omega t$$

ここで $F_{H1}$ の最大値は、 $\sin \omega t = 1$ のときであるので、

$$F_{H1} = 1.2 W_1 \cdot g \cdot \theta_h$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3. 基礎ボルトの応力計算

3. 1 衝撃力を加味した地震荷重

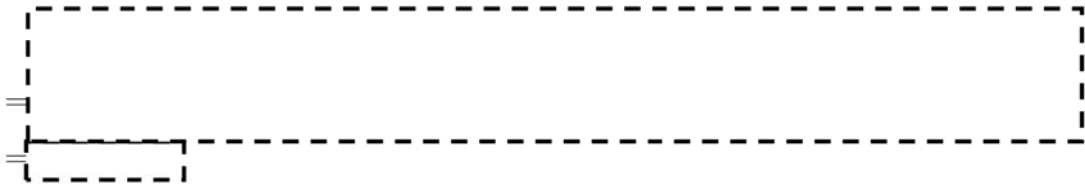
転倒モーメント

$M_0 = F_{H0} \cdot h_0 = [ ]$

ここで、

$h_0' = \frac{h'}{8} \left[ \frac{4\sqrt{3} \frac{R}{h'}}{\tanh\left(\sqrt{3} \frac{R}{h'}\right)} - 1 \right] = [ ]$

$h_0 = \frac{W_0' (h_0' + h'') + W'' \cdot \frac{h''}{2} + m_e \cdot \frac{H}{2} + W_s \cdot H}{W_0}$



3. 2 振動力を加味した地震荷重

転倒モーメント

$M_1 = F_{H1} \cdot h_1 = [ ]$

ここで、

$h_1 = h \cdot \left[ \frac{\cosh\left(1.84 \frac{h}{R}\right) - 2.01}{1.84 \frac{h}{R} \cdot \sinh\left(1.84 \frac{h}{R}\right)} \right] \cdot h$



[ 枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。 ]



3. 3 応力の計算 (JEAG4601-1987等による)

(1) 引張応力

基礎ボルトに引張力が作用しないのは、 $\alpha$ が $\pi$ と等しくなったときであり、 $\alpha$ を $\pi$ に近づけた場合の値 $e=0.75$ 及び $z=0.25$ を $F_t$ を求める式に代入し、得られる $F_t$ の値によって引張力の有無を次のように判断する。

$$F_t = \frac{\sqrt{M^2 + (a_v \cdot m_0 \cdot z \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} - \frac{z \cdot m_0 \cdot g}{e}$$

ここで、 $M=M_0+M_1=$    
 $a_v=C_v \cdot g=$

$F_t > 0$ より、引張力が作用しているので、次の計算を行う。

転倒モーメント $M$ が作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については、荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める。

a.  $\sigma_b$ 及び $\sigma_c$ を仮定して係数 $k$ を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \sigma_c}} =$$

b.  $\alpha$ を求める。

$$\alpha = \cos^{-1}(1-2k) =$$

c. 各定数 $e$ 、 $z$ 、 $C_t$ 及び $C_c$ を求める。

$$e = \frac{1}{2} \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cos^2 \alpha + \frac{1}{2}(\pi - \alpha) + \frac{3}{2} \sin \alpha \cos \alpha}{(\pi - \alpha) \cos \alpha + \sin \alpha} + \frac{\frac{1}{2} \alpha - \frac{3}{2} \sin \alpha \cos \alpha + \alpha \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cos \alpha} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ \frac{X_1}{X_2} + \frac{X_3}{X_4} \right\} =$$

$$X_1 =$$

$$X_2 =$$

$$X_3 =$$

$$X_4 =$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

$$z = \frac{1}{2} \left\{ \cos \alpha + \frac{\frac{1}{2}\alpha - \frac{3}{2}\sin \alpha \cos \alpha + \alpha \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \cos \alpha} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ \cos \alpha + \frac{X_5}{X_6} \right\}$$

$$C_t = \frac{2\{(\pi - \alpha)\cos \alpha + \sin \alpha\}}{1 + \cos \alpha}$$

$$C_c = \frac{2(\sin \alpha - \alpha \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha}$$

d. 各定数を用いて $F_t$ 及び $F_c$ を求める。

$$F_t = \frac{\sqrt{M^2 + (a_v \cdot m_0 \cdot z \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} - \frac{z \cdot m_0 \cdot g}{e}$$

$$F_c = \frac{\sqrt{M^2 + (a_v \cdot m_0 \cdot (z - e) \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} + \left(1 - \frac{z}{e}\right) \cdot m_0 \cdot g$$

e.  $\sigma_b$ 及び $\sigma_c$ を求める。

$$\sigma_b = \frac{2F_t}{t_1 D_c C_t}$$

小数第1位以下を切り上げ)

$$\sigma_c = \frac{2F_c}{(t_2 + st_1) D_c C_c}$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ここで、

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi D_c}$$

$$t_2 = \frac{1}{2}(D_{b0} - D_{bi}) - t_1 = \frac{1}{2} \times \{ \dots \}$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} d_2^2 = \frac{\pi}{4} \times \{ \dots \}$$

(2) 基礎ボルトに生じるせん断応力

$$\tau_b = \frac{F_H}{A_b \cdot n}$$

(小数第1位以下を切り上げ)

$$F_H = a_H \cdot m_0 - F_\mu$$

$$= C_H \cdot g \cdot m_0 - F_\mu$$

ここで、 $F_\mu = \{ \dots \} \times 10^7$

4. 評価結果

以上の結果をまとめると以下の表2の通りであり、耐震安全性評価上問題ない。

表2 評価結果 (燃料取替用水タンク)

応力	減肉前			減肉後		
	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	応力比	発生応力* (MPa)	許容値 (MPa)	応力比
引張			0.64			0.65
せん断			0.35			0.36

\*減肉後の発生応力については、次式より求める。

減肉前の発生応力  $\times$   $\frac{\text{基礎ボルトの減肉前の断面積}}{\text{基礎ボルトの減肉後の断面積}}$

$$= \text{減肉前の発生応力} \times \frac{\frac{\pi}{4} \times \{ \dots \}}{\frac{\pi}{4} \times \{ \dots - 0.3 \times 2 \}^2}$$

なお、燃料取替用水タンクの基礎ボルトについては、工事計画において水平2方向および鉛直方向地震力の組み合わせによる影響評価の評価部位となっていることから、腐食(全面腐食)に対する耐震安全性評価においても水平2方向および鉛直方向地震力の組み合わせによる影響評価を行った。結果は以下の表3の通りであり、耐震安全性評価上問題ない。

表3 水平2方向および鉛直方向地震力の組み合わせを考慮した評価結果

応力	減肉前			減肉後		
	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	応力比	発生応力* (MPa)	許容値 (MPa)	応力比
引張			0.78			0.81
せん断			0.50			0.51

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

## ○許容応力の算出

材料の評価温度(40℃)における設計降伏点 (Sy)、設計引張強さ (Su) のデータより、

$$1.2S_y = 1.2 \times \text{[ ]} = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

$$0.7S_u = 0.7 \times \text{[ ]} = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

$$F = \text{Min}(1.2S_y, 0.7S_u) = \text{Min}[\text{[ ]}, \text{[ ]}] = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

ここで、F：材料の許容応力を決定する場合の基準値

## ・引張応力の算出

$$f_t^* = F/2 = \text{[ ]}/2 = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

よって、引張許容応力は、

$$1.5f_t^* = 1.5 \times \text{[ ]} = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

## ・せん断応力の算出

$$f_s^* = F/1.5\sqrt{3} = \text{[ ]}/1.5\sqrt{3} = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

よって、せん断許容応力は、

$$1.5 f_s^* = 1.5 \times \text{[ ]} = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

## ・せん断応力と引張応力の組合せ許容応力

引張許容応力について、せん断応力を組み合わせた場合の許容値を算出した。

$$S_s \text{によるせん断応力 } \tau = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

$$1.4 \times 1.5f_t^* - 1.6\tau = 1.4 \times \text{[ ]} - 1.6 \times \text{[ ]} = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

よって、組合せを考慮した引張許容応力は、

$$\text{Min}(1.5f_t^*, 1.4 \times 1.5f_t^* - 1.6\tau) = \text{Min}[\text{[ ]}, \text{[ ]}] = \text{[ ]} \text{ (MPa)}$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



図2 燃料取替用水タンク 床応答曲線 (水平方向 減衰1%)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

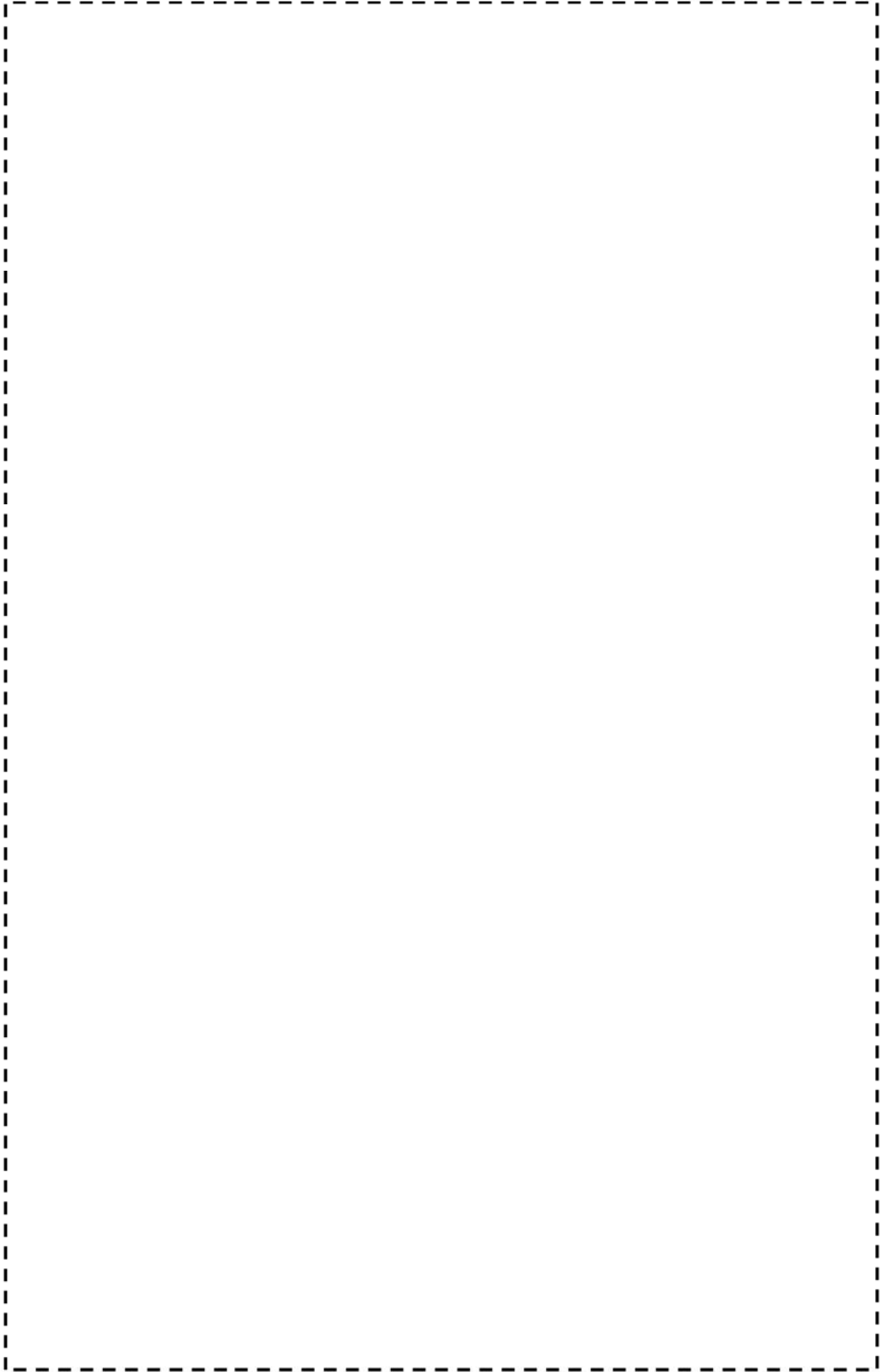


図3 燃料取替用水タンク 床応答曲線 (鉛直方向 減衰1%)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

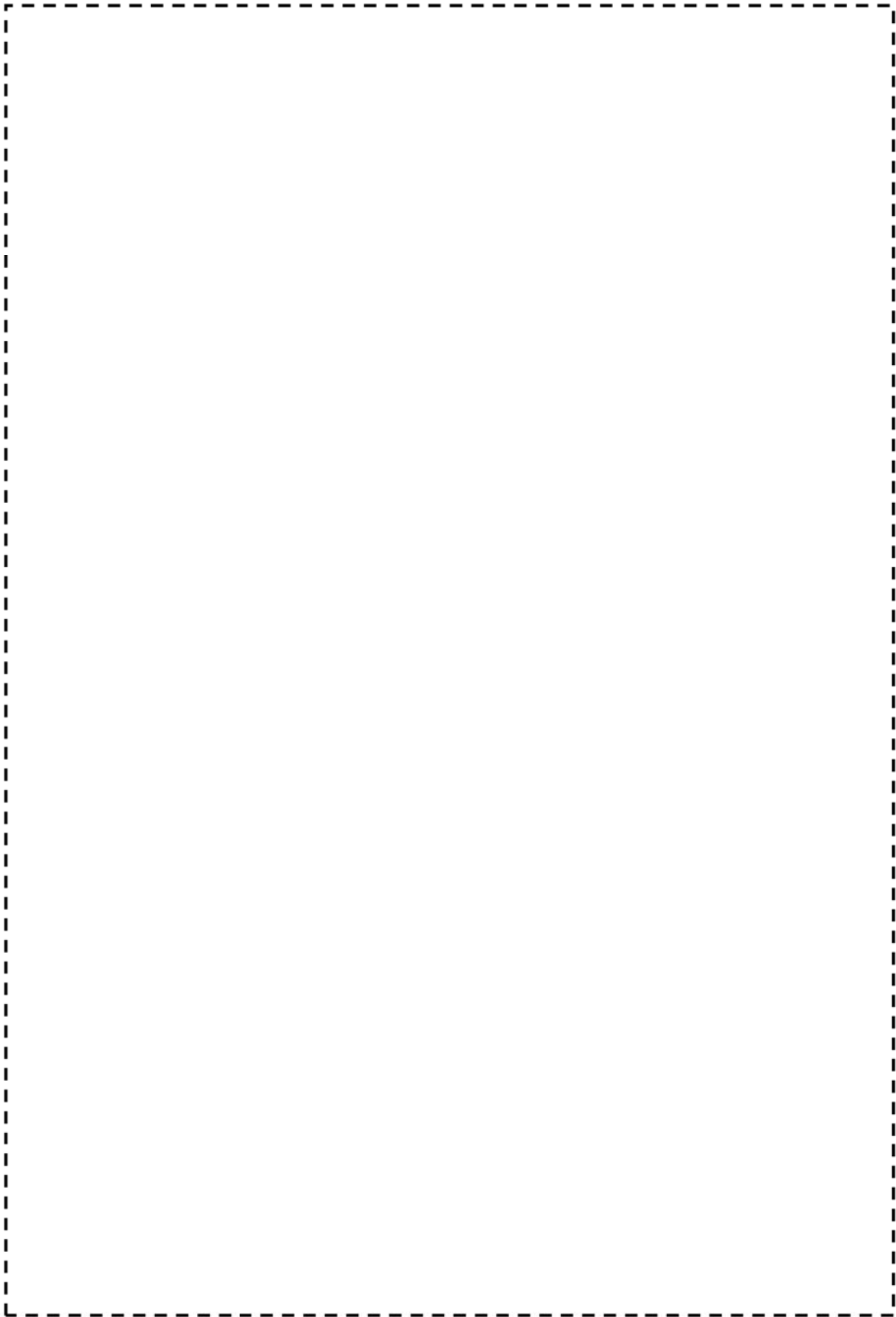
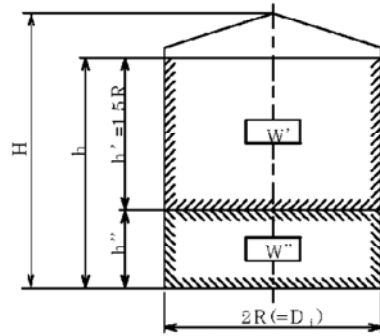


図4 燃料取替用水タンク 床応答曲線 (水平方向 減衰0.5%)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

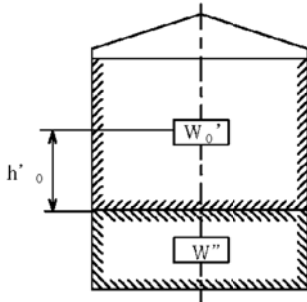
別図

燃料取替用水タンクの基礎ボルト評価に使う 質量・高さ・径の説明図



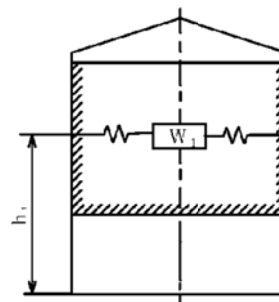
- $W'$ : 運動流体の質量
- $W''$ : 拘束流体の質量
- $R$ : タンク胴の内半径
- $D_i$ : タンク胴の内径
- $H$ : タンク全高
- $h$ : 自由液面高さ
- $h'$ : 運動流体の深さ
- $h''$ : 拘束流体の深さ

衝撃力を加味した計算

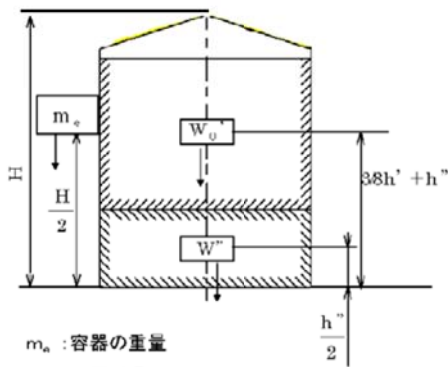


- $W_0'$ : 衝撃力を考慮した $W'$ の等価質量
- $h'_0$ :  $W_0'$ の等価着力点の高さ

揺動力を加味した計算



- $W_1$ : 揺動力を考慮した $W'$ の等価質量
- $h_1$ :  $W_1$ の等価着力点の高さ



- $m_c$ : 容器の重量
- $W_s$ : 積雪重量
- $W_0$ : 衝撃力を考慮した全等価質量
- $(W_0 = W_0' + W'' + m_c + W_s)$



(2) 復水タンク  
 <評価仕様>

表1 評価に必要な諸元

名称	記号	単位	値
最高使用圧力	—	—	大気圧
最高使用温度	—	℃	80
容器の満水時質量	$m_0$	kg	
容器の空質量	$m_e$	kg	
積雪質量	$W_s$	kg	
タンク全高	H	mm	
タンク内径	$D_i$	mm	
自由液面高さ	h	mm	
縦弾性係数比	s	—	
基礎ボルト本数	n	—	
基礎ボルトのピッチ円直径	$D_c$	mm	
ベースプレート外径	$D_{b_o}$	mm	
ベースプレート内径	$D_{b_i}$	mm	
基礎ボルト呼び径	d	—	
基礎ボルト腐食量	—	mm	
基礎ボルト材質	—	—	
評価用加速度(水平)：図2参照	$C_H$	G	
評価用加速度(鉛直)：図3参照	$C_V$	G	
スロッシング評価用加速度：図4参照	$C''_{DH}$	G	

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

<解析モデル>

JEAG4601-1987の平底たて置円筒形容器の1質点系応答解析結果にハウズナー理論で求めたスロッシング荷重を加算して評価を実施した。

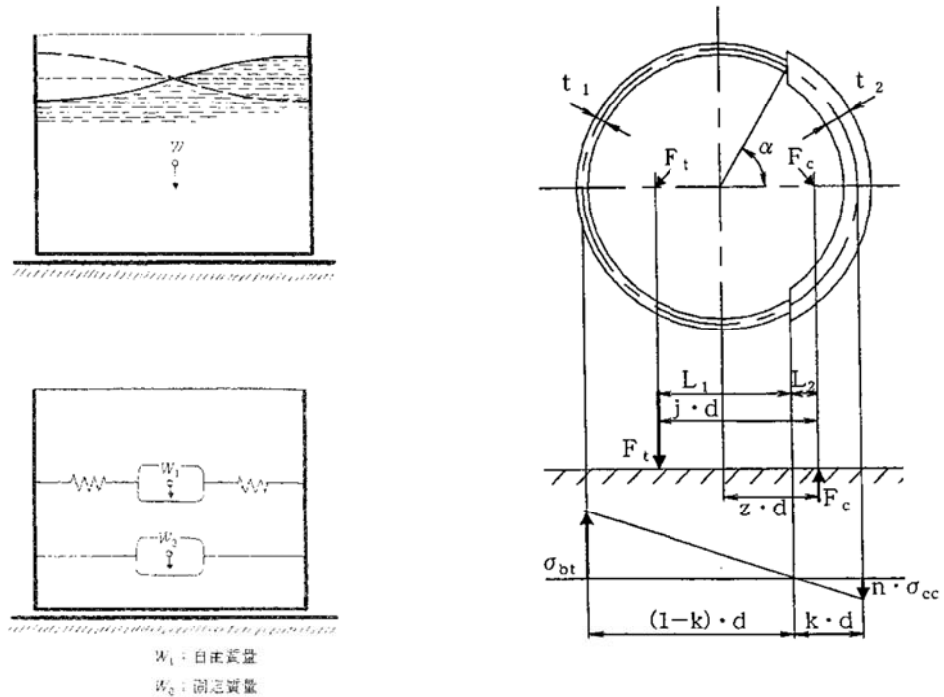


図1 解析モデル

<入力（荷重）条件>

【水平方向】

復水タンク床応答曲線※（水平方向）より加速度を算出した。（図2参照）  
 加速度は、固有周期  $T$  (s)での値  $A$  Gを用いる。（ $1G=9.80665\text{m/s}^2$ ）  
 $A$  (m/s<sup>2</sup>)

【鉛直方向】

復水タンク床応答曲線※（鉛直方向）より加速度を算出した。（図3参照）  
 鉛直方向は剛領域であることから、地震力として床加速度（ZPA）の1.2倍を用いる。  
 $1.2 \times ZPA$  (G) （ $1G=9.80665\text{m/s}^2$ ）  
 $1.2 \times ZPA$  (m/s<sup>2</sup>)

※全波包絡FRSにより応答加速度を算出している。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

## &lt;評価結果&gt;

JEAG4601-1987の平底たて置き円筒形容器の1質点系応答解析結果にハウスナー理論で求めたスロッシング荷重を加算して評価している。

## 1. 地震荷重の計算

## a. 全等価重量

$$R = \frac{D_i}{2} = \quad$$

$$h' = 1.5R = \quad$$

容器の内容水重量は、

$$W_w = m_0 - m_e - W_s = \quad$$

衝撃力を加味した内容水重量は、

$$W' = W_w \times \frac{h'}{h} = \quad$$

衝撃力を加味した $W'$ の等価重量 $W_0'$ は、

$$W_0' = \frac{\tanh\left[\sqrt{3} \frac{R}{h'}\right]}{\sqrt{3} \frac{R}{h'}} \times W' = \quad$$

$$h'' = h - h' = \quad$$

$$W'' = W_w \times \frac{h''}{h} = \quad$$

全等価重量 $W_0$ は、

$$W_0 = W_0' + W'' + m_e + W_s = \quad$$

## b. 地震荷重

$$F_{H0} = a_H \cdot W_0 = C_H \cdot g \cdot W_0 = \quad \times 10^7$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

## 2. 振動力を加味した荷重の計算

- a. 振動力を加味した
- $W_w$
- の等価重量
- $W_1$

$$W_1 = \left( 0.318 \frac{R}{h} \right) \cdot \tanh \left( 1.84 \frac{h}{R} \right) \cdot W_w$$

- b. スロッシングの固有周期

スロッシングによる円固有振動数 $\omega$ は、

$$\omega = \sqrt{\frac{1.84 \times 9806.65}{R} \cdot \tanh \left( 1.84 \frac{h}{R} \right)}$$

スロッシングの固有周期 $T'$ は、

$$T' = \frac{2\pi}{\omega}$$

- c. 水平方向震度

スロッシングの固有周期 $T'$ は [ ] (s) は、床応答曲線の記載範囲外（長周期側）であるため、スロッシングの固有周期に相当する応答加速度を設定する必要がある。

実用上、応答加速度（ $a$ ）と応答速度（ $v$ ）の関係は、固有円振動数（ $\omega$ ）を用いて、

$$a = \omega v = (2\pi/T) v \quad \text{となる。ここで、} \omega = 2\pi/T \quad (T: \text{固有周期})$$

図4の床応答曲線より、固有周期1(s)の時の応答加速度 $C''_{DH}$ は [ ] であり、これに対応する応答速度 $v$ は、

$$v = \frac{1}{2\pi} C''_{DH}$$

安全側に、スロッシングの固有周期 $T'$ まで、応答速度 $v$ が一定であるとし、スロッシングの固有周期 $T'$ に相当する加速度 $C'_{DH}$ を求めると、

$$C'_{DH} = \frac{2\pi}{T'} \times v$$

$$a'_{DH} = C'_{DH} \times g$$

- d. 最大変位
- $A_1$
- 及び自由振動角度
- $\theta_h$

$$A_1 = \frac{a'_{DH} \times 10^3}{\omega^2}$$

$$\theta_h = 1.534 \frac{A_1}{R} \cdot \tanh \left( 1.84 \frac{h}{R} \right)$$

- e. 振動力を加味した地震荷重

$$F_{H1} = 1.2W_1 \cdot g \cdot \theta_h \cdot \sin \omega t$$

ここで $F_{H1}$ の最大値は、 $\sin \omega t = 1$ のときであるので、

$$F_{H1} = 1.2W_1 \cdot g \cdot \theta_h$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

## 3. 基礎ボルトの応力計算

## 3. 1 衝撃力を加味した地震荷重

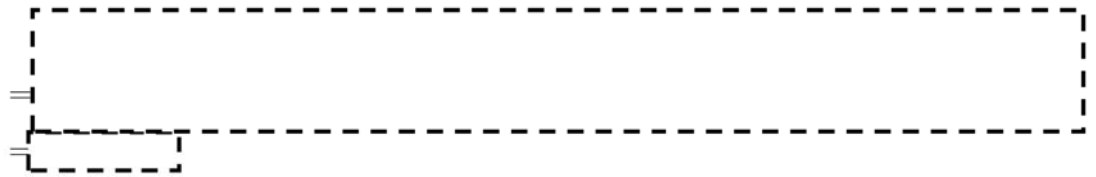
転倒モーメント

$$M_0 = F_{H0} \cdot h_0$$

ここで、

$$h_0' = \frac{h'}{8} \left[ \frac{4\sqrt{3} \frac{R}{h'}}{\tanh\left(\sqrt{3} \frac{R}{h'}\right)} - 1 \right]$$

$$h_0 = \frac{W_0' (h_0' + h'') + W'' \cdot \frac{h''}{2} + m_e \cdot \frac{H}{2} + W_s \cdot H}{W_0}$$



## 3. 2 振動力を加味した地震荷重

転倒モーメント

$$M_1 = F_{H1} \cdot h_1$$

ここで、

$$h_1 = h \cdot \left[ \frac{\cosh\left(1.84 \frac{h}{R}\right) - 2.01}{1.84 \frac{h}{R} \cdot \sinh\left(1.84 \frac{h}{R}\right)} \right] \cdot h$$



枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3. 3 応力の計算 (JEAG4601-1987等による)

(1) 引張応力

基礎ボルトに引張力が作用しないのは、 $\alpha$ が $\pi$ と等しくなったときであり、 $\alpha$ を $\pi$ に近づけた場合の値 $e=0.75$ 及び $z=0.25$ を $F_t$ を求める式に代入し、得られる $F_t$ の値によって引張力の有無を次のように判断する。

$$F_t = \frac{\sqrt{1.59674^2 \times 10^{22} + (7.4138274 \cdot 898100 \cdot 0.25 \cdot 9430)^2}}{0.75 \cdot 9430} - \frac{0.25 \cdot 898100 \cdot 9.80665}{0.75}$$

ここで、 $M=M_0+M_1$   
 $a_v=C_v \cdot g$

$F_t > 0$ より、引張力が作用しているので、次の計算を行う。

転倒モーメント $M$ が作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については、荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める。

a.  $\sigma_b$ 及び $\sigma_c$ を仮定して係数 $k$ を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \sigma_c}}$$

b.  $\alpha$ を求める。

$$\alpha = \cos^{-1}(1-2k) = \cos^{-1}(1-2 \times \dots)$$

c. 各定数 $e$ 、 $z$ 、 $C_t$ 及び $C_c$ を求める。

$$e = \frac{1}{2} \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cos^2 \alpha + \frac{1}{2}(\pi - \alpha) + \frac{3}{2} \sin \alpha \cos \alpha}{(\pi - \alpha) \cos \alpha + \sin \alpha} + \frac{\frac{1}{2} \alpha - \frac{3}{2} \sin \alpha \cos \alpha + \alpha \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cos \alpha} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ \frac{X_1}{X_2} + \frac{X_3}{X_4} \right\}$$

$$X_1 =$$

$$X_2 =$$

$$X_3 =$$

$$X_4 =$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

$$z = \frac{1}{2} \left\{ \cos \alpha + \frac{\frac{1}{2}\alpha - \frac{3}{2}\sin \alpha \cos \alpha + \alpha \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cos \alpha} \right\}$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ \cos \left[ \frac{X_5}{X_6} \right] \right\}$$

$$X_5 =$$

$$X_6 =$$

$$C_t = \frac{2\{(\pi - \alpha)\cos \alpha + \sin \alpha\}}{1 + \cos \alpha}$$

$$C_c = \frac{2(\sin \alpha - \alpha \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha}$$

d. 各定数を用いて $F_t$ 及び $F_c$ を求める。

$$F_t = \frac{\sqrt{M^2 + (a_v \cdot m_0 \cdot z \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} - \frac{z \cdot m_0 \cdot g}{e}$$

$$F_c = \frac{\sqrt{M^2 + (a_v \cdot m_0 \cdot (z - e) \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} + \left(1 - \frac{z}{e}\right) \cdot m_0 \cdot g$$

e.  $\sigma_b$ 及び $\sigma_c$ を求める。

$$\sigma_b = \frac{2F_t}{t_1 D_c C_t} \quad \text{(小数第1位以下を切り上げ)}$$

$$\sigma_c = \frac{2F_c}{(t_2 + st_1) D_c C_c}$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

ここで、

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi D_c}$$

$$t_2 = \frac{1}{2}(D_{b0} - D_{bi}) - t_1$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} d_2^2$$

(2) 基礎ボルトに生じるせん断応力

$$\tau_b = \frac{F_H}{A_b \cdot n}$$

(小数第1位以下を切り上げ)

$$F_H = a_H \cdot m_0 - F_\mu$$

$$= C_H \cdot g \cdot m_0 - F_\mu$$

×10<sup>7</sup>

ここで、 $F_\mu =$

#### 4. 評価結果

以上の結果をまとめると以下の表2の通りであり、耐震安全性評価上問題ない。

表2 評価結果 (復水タンク)

応力	減肉前			減肉後		
	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	応力比	発生応力* (MPa)	許容値 (MPa)	応力比
引張			0.58			0.60
せん断			0.28			0.29

\*減肉後の発生応力については、次式より求める。

減肉前の発生応力 ×  $\frac{\text{基礎ボルトの減肉前の断面積}}{\text{基礎ボルトの減肉後の断面積}}$

$$= \text{減肉前の発生応力} \times \frac{\frac{\pi}{4} \times \{\quad\}^2}{\frac{\pi}{4} \times \{\quad - 0.3 \times 2\}^2}$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



## ○許容応力の算出

材料の評価温度(40℃)における設計降伏点 (Sy)、設計引張強さ (Su) のデータより、

$$1.2S_y = 1.2 \times \boxed{\phantom{000}} \text{ (MPa)}$$

$$0.7S_u = 0.7 \times \boxed{\phantom{000}} \text{ (MPa)}$$

$$F = \text{Min}(1.2S_y, 0.7S_u) = \text{Min} \left[ \boxed{\phantom{000}}, \boxed{\phantom{000}} \right] \text{ (MPa)}$$

ここで、F：材料の許容応力を決定する場合の基準値

## ・引張応力の算出

$$f_t^* = F/2 = \boxed{\phantom{000}}/2 = \boxed{\phantom{000}} \text{ (MPa)}$$

よって、引張許容応力は、

$$1.5f_t^* = 1.5 \times \boxed{\phantom{000}} \text{ (MPa)}$$

## ・せん断応力の算出

$$f_s^* = F/1.5\sqrt{3} = \boxed{\phantom{000}}/1.5\sqrt{3} = \boxed{\phantom{000}} \text{ (MPa)}$$

よって、せん断許容応力は、

$$1.5f_s^* = 1.5 \times \boxed{\phantom{000}} \text{ (MPa)}$$

## ・せん断応力と引張応力の組合せ許容応力

引張許容応力について、せん断応力を組み合わせた場合の許容値を算出した。

$$S_s \text{によるせん断応力 } \tau = \boxed{\phantom{000}} \text{ (MPa)}$$

$$1.4 \times 1.5f_t^* - 1.6\tau = 1.4 \times \boxed{\phantom{000}} - 1.6 \times \boxed{\phantom{000}} \text{ (MPa)}$$

よって、組合せを考慮した引張許容応力は、

$$\text{Min}(1.5f_t^*, 1.4 \times 1.5f_t^* - 1.6\tau) = \text{Min} \left[ \boxed{\phantom{000}}, \boxed{\phantom{000}} \right] \text{ (MPa)}$$

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

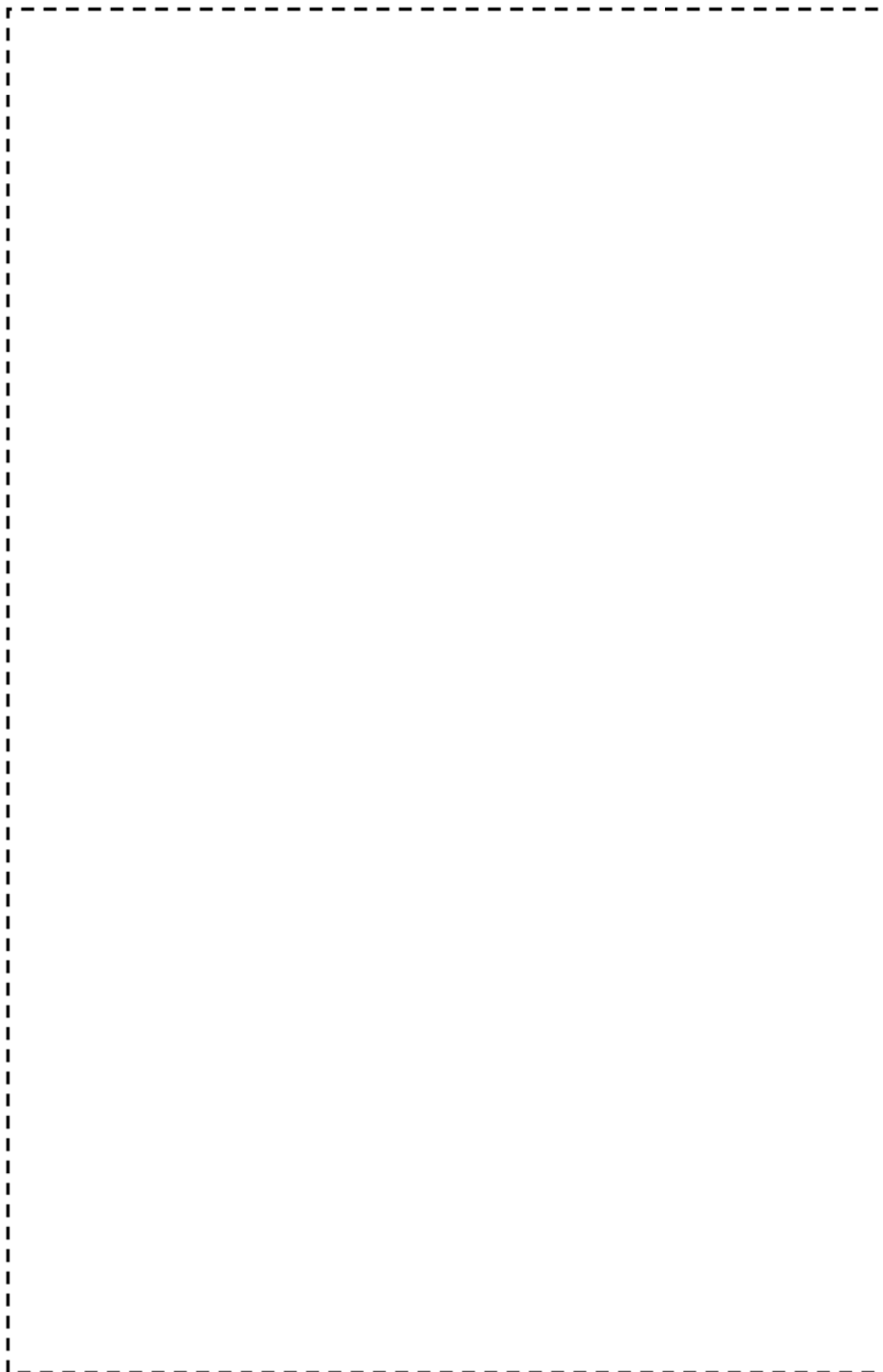


図2 復水タンク 床応答曲線 (水平方向 減衰1%)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

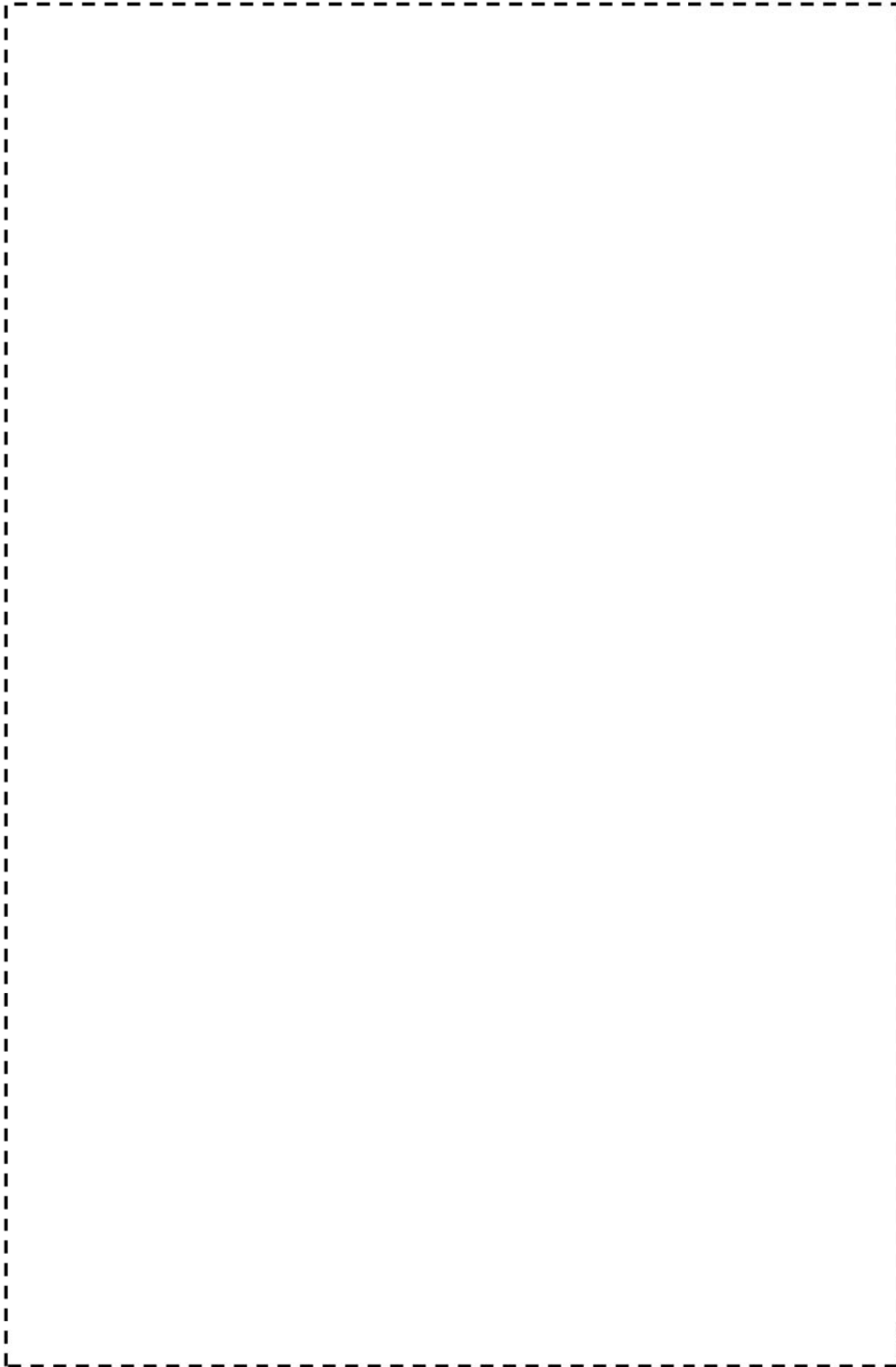


図3 復水タンク 床応答曲線（鉛直方向 減衰1%）

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

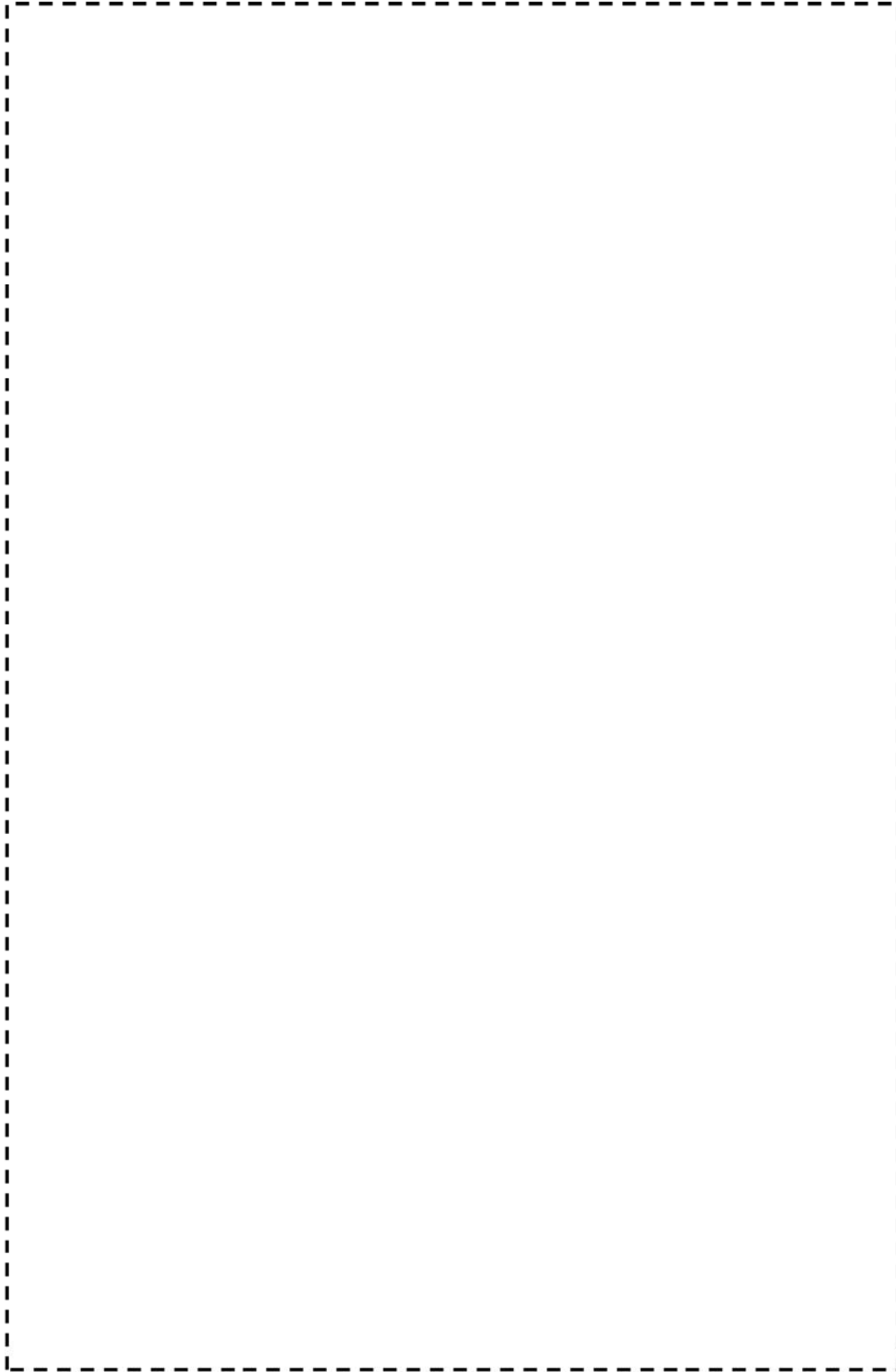
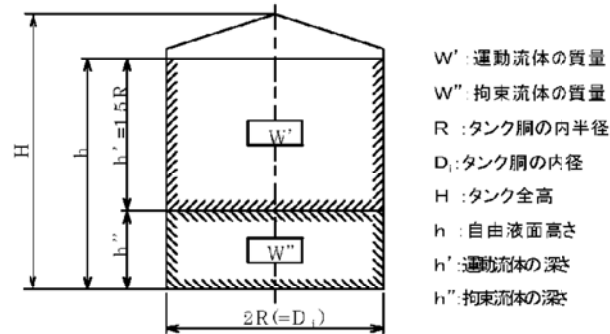


図4 復水タンク 床応答曲線 (水平方向 減衰0.5%)

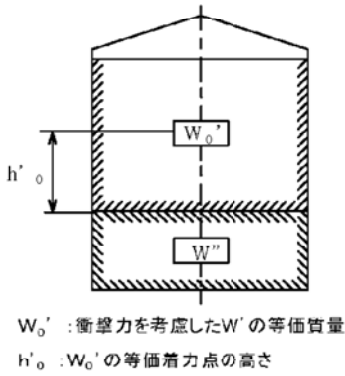
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

別図

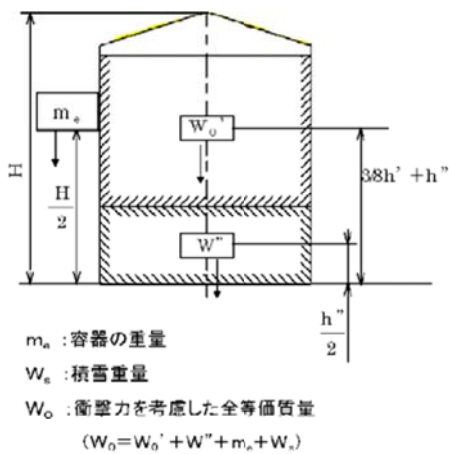
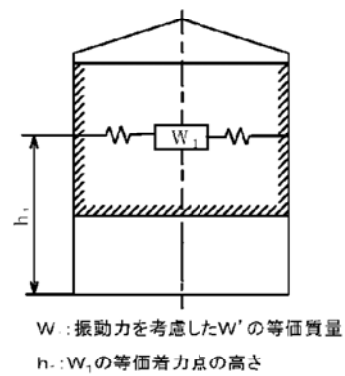
復水タンクの基礎ボルト評価に用いる 質量・高さ・径の説明図



衝撃力を加味した計算



揺動力を加味した計算





蒸気発生器支持脚のヒンジ摺動部の摩耗に対する具体的評価の内容について

<評価仕様>

蒸気発生器支持脚ヒンジの摩耗深さは0.03mmとする。  
 (摩耗深さの算定根拠は技術評価側のQA「美浜3号炉—その他の経年劣化事象—12」を参照)

<解析モデル>

蒸気発生器支持脚の概略図及び評価対象箇所を図1、2に示します。

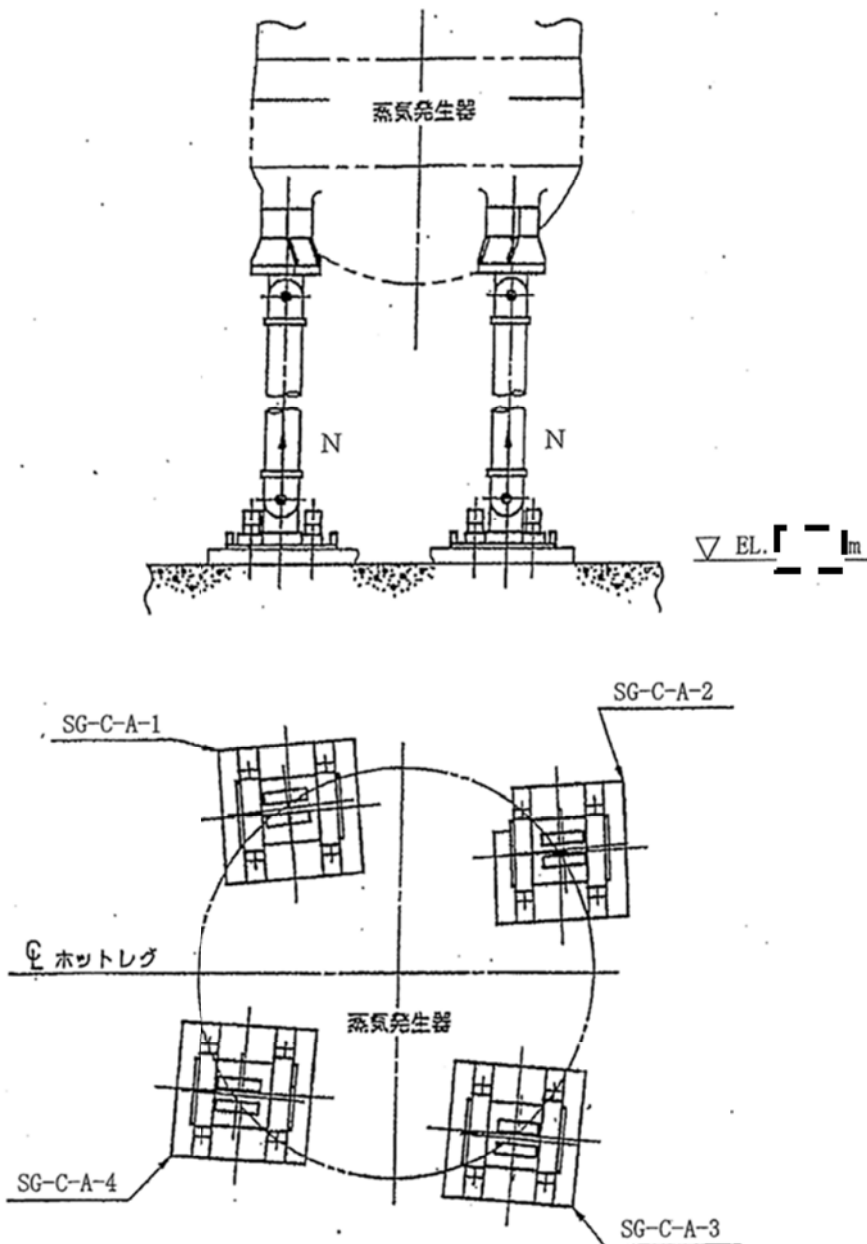


図1 蒸気発生器支持脚概略図

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

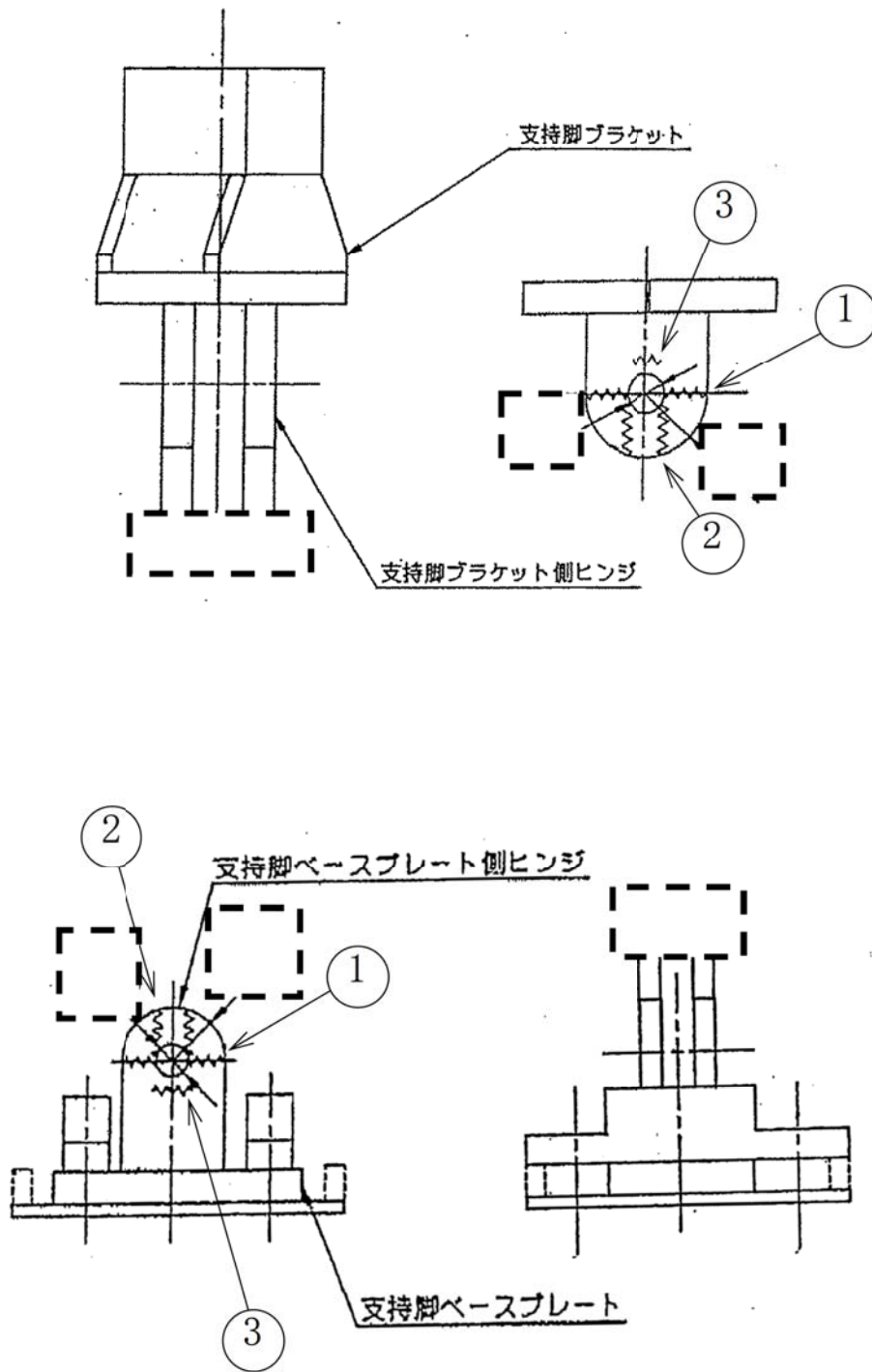


図2 評価対象箇所 (1/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません



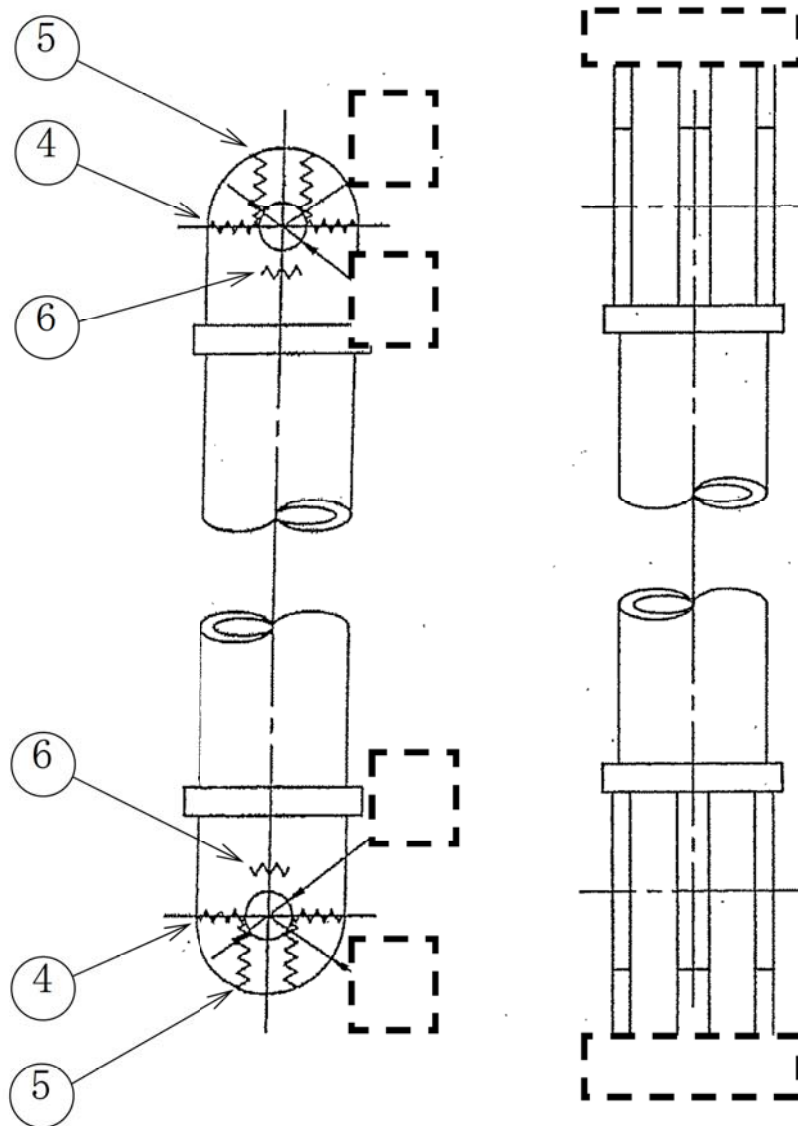


図2 評価対象箇所 (2/2)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

<入力 (荷重) 条件>

蒸気発生器支持脚に作用する一次応力及び一次+二次応力評価用の最大荷重は、下記のとおり。

- (1) 一次応力評価用荷重
  - 引張荷重  $N =$    kN
  - 圧縮荷重  $N =$    kN
- (2) 一次+二次応力評価用荷重
  - 引張荷重  $N =$    kN
  - 圧縮荷重  $N =$    kN

<許容応力>

各部材の許容応力を表1に示す。

表1 各部材の許容応力

機器	部 位	材 料	温度 (°C)	許容応力 (MPa)		
				$1.5f_t^*$	$1.5f_s^*$	$1.5f_p^*$
SG	支持脚ブラケット側ヒンジ					
	支持脚					
	ベースプレート側ヒンジ					
	サポートパイプ側ヒンジ					

<評価部面積>

評価部面積を以下に示す。番号については図2を参照のこと。

①部 断面積  
 $A_{t1} =$    mm<sup>2</sup>

②部 せん断に対する断面積  
 $A_{s2} =$    mm<sup>2</sup>

③部 支圧面積  
 $A_{p3} =$    mm<sup>2</sup>

④部 断面積  
 $A_{t4} =$    mm<sup>2</sup>

⑤部 せん断に対する断面積  
 $A_{s5} =$    mm<sup>2</sup>

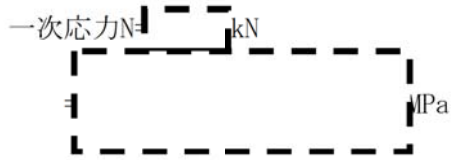
⑥部 支圧面積  
 $A_{p6} =$    mm<sup>2</sup>

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

<発生応力および応力比の算出>

①部 引張応力

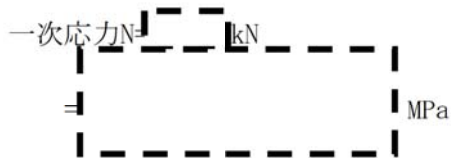
$$\sigma_{t1} = \frac{N}{A_{t1}}$$



よって応力比は [ ] → 0.26

②部 せん断応力

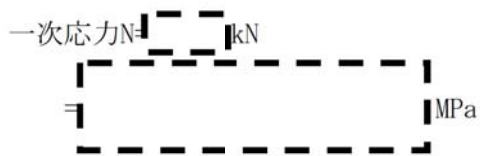
$$\tau_2 = \frac{N}{A_{s2}}$$



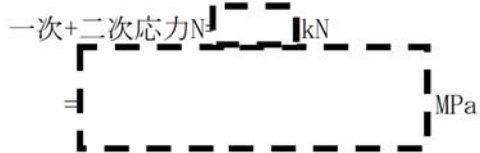
よって応力比は [ ] → 0.33

③部 支圧応力

$$\sigma_{p3} = \frac{N}{A_{p3}}$$



よって応力比は [ ] → 0.70



よって応力比は [ ] → 0.77

④部 引張応力

$$\sigma_{t4} = \frac{N}{A_{t4}}$$

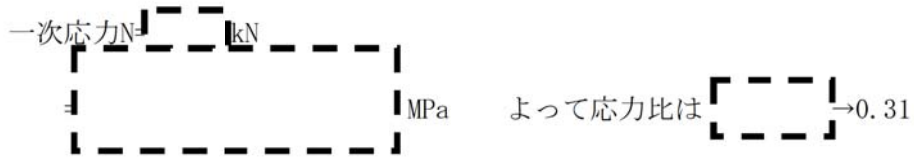


よって応力比は [ ] → 0.24

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

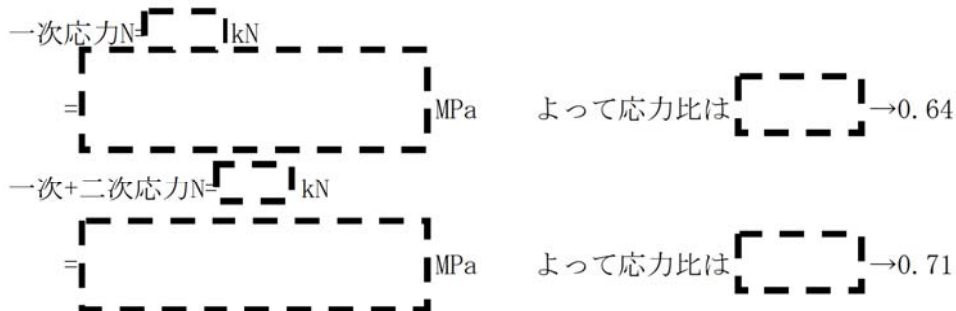
⑤部 せん断応力

$$\tau_{s5} = \frac{N}{A_{s5}}$$



⑥部 支圧応力

$$\sigma_{p6} = \frac{N}{A_{p6}}$$



<評価結果>

最大の応力比を示した部位（1次応力は②部、1次+2次応力は③部）の評価結果を表2に示す。地震時に発生する応力は許容応力を下回っていることから耐震安全性評価上問題ない。

表2 評価結果

評価対象	耐震クラス	許容応力状態	地震	発生応力 (MPa)		許容応力 (MPa)		応力比*1	
				一次*2	一次+二次*3	一次	一次+二次	一次	一次+二次
蒸気発生器 支持脚	S	Ds	Ss*4					0.33	0.77

\*1：応力比＝発生応力/許容応力

\*2：③及び⑥部（支圧応力）は摩耗による影響がないため、③部及び⑥部を除いて応力比が最も厳しい②部を代表としている。

\*3：1次+2次応力による評価は③及び⑥部（支圧部）のみであるため、応力比が最も厳しい③部を代表としている。

\*4：全波包絡荷重による評価

全波包絡荷重：25波それぞれで、荷重6成分 (Fx、Fy、Fz、Mx、My、Mz) のうち評価に用いる荷重成分で (Max Fx1-24、Max Fy1-24、Max Fz1-24、Max Mx1-24、Max My1-24、Max Mz1-24) を算出し、25波包絡荷重にて評価を実施した。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

美浜3号炉－耐震－29 rev1

タイトル	設計地震応答曲線S a とS d 及びS 1 の応答スペクトルの比較について。
説明	美浜3号機における、設計地震応答曲線S a とS d 及びS 1 の応答スペクトルの比較を添付1に示す。

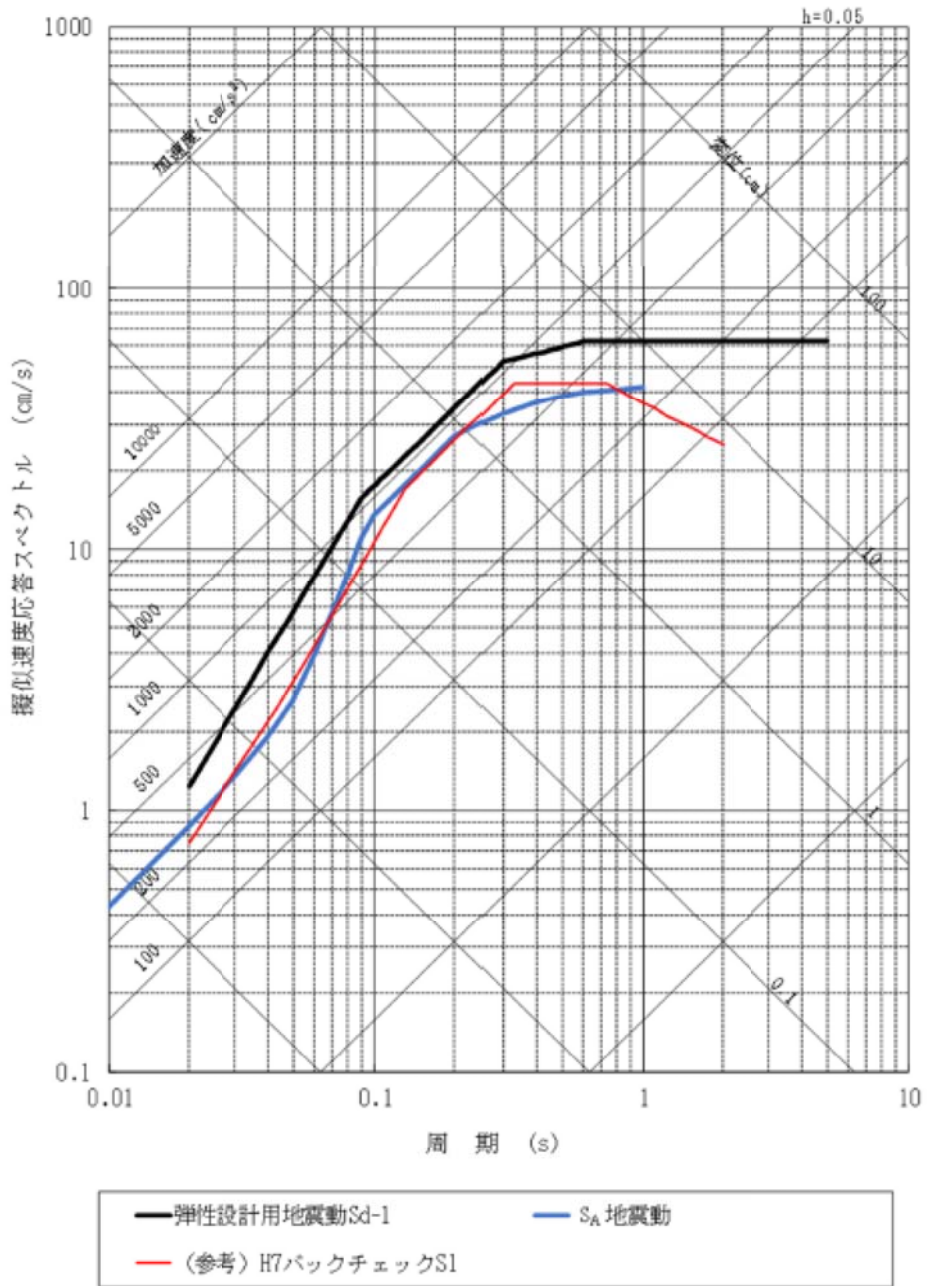


図1 弾性設計用地震動S<sub>d</sub>とS<sub>a</sub>\*地震動の応答スペクトルの比較

(出典：美浜3号機 設置許可申請資料 添付書類八)

\*設計地震応答曲線S<sub>a</sub>は、美浜3号機建設時に策定された地震動であり、「既工事計画認可申請書 1次申請分 添付3-1 耐震設計の基本方針」(昭和47年7月21日認可)において設定されている。

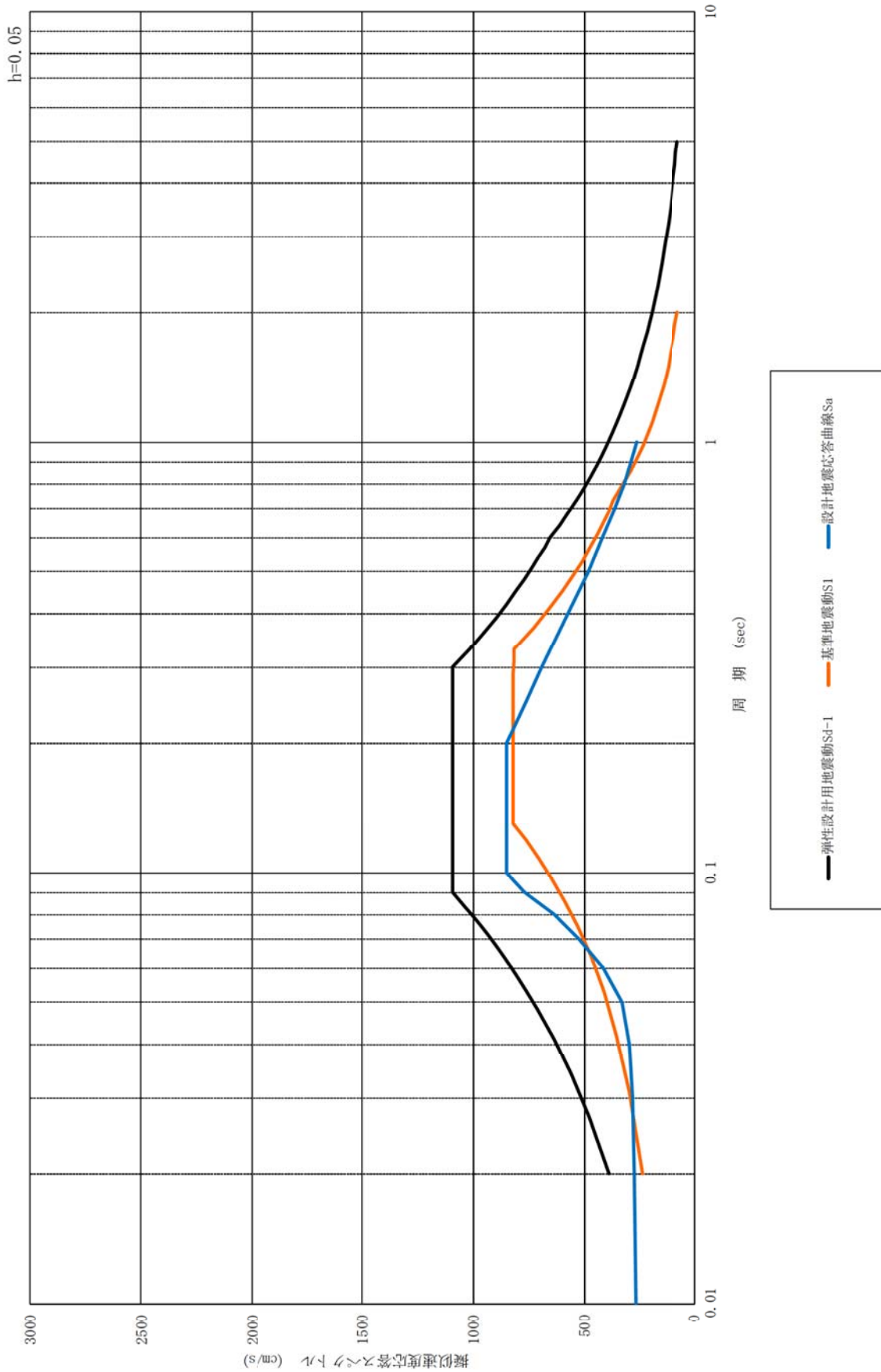


図2 弾性設計用地震動Sdと基準地震動S1の比較  
 (出典：美浜3号機 工認ヒアリング資料)

美浜3号炉－耐震－30

タイトル	蒸気発生器の給水入口管台の疲労割れに対する評価の具体的内容（評価仕様、解析モデル、入力（荷重）条件、評価結果を含む）について
説明	蒸気発生器の給水入口管台の疲労割れに対する評価の具体的内容について添付に示す。



<<評価仕様>>

評価仕様を表1に示す。

表1 評価仕様

項目		仕様	
給水入口管台	外半径		
	内半径		
外荷重作用基準線から評価点までの距離			
評価用温度			
Ss地震の繰返し回数			200回
Sd地震の繰返し回数			300回
給水入口管台の材質			
給水入口管台の設計応力強さ			
給水入口管台の縦弾性係数*1			
応力集中係数	引張		
	曲げ		

\*1

[Redacted content]

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

<<解析モデル>>

解析モデルを図1に示す。疲労累積係数(環境疲労を含む)が最大の評価点を評価する。

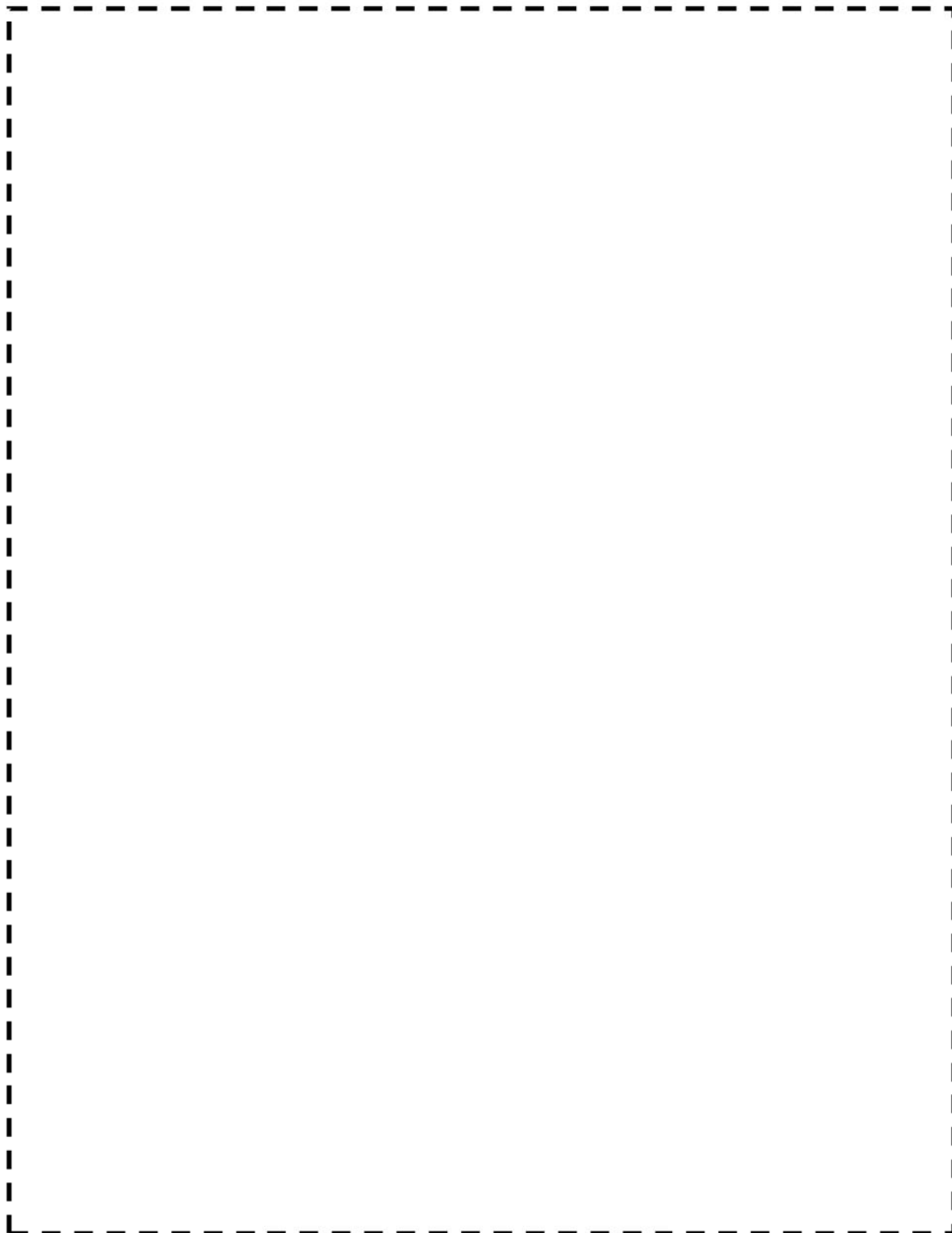


図1 解析モデル

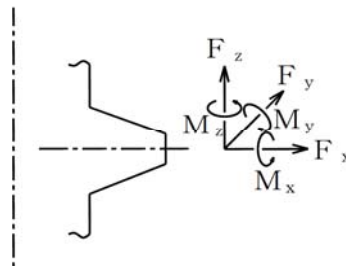
枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

## &lt;&lt;入力(荷重)条件&gt;&gt;

ループ応答解析により算出した給水入口管台の荷重条件を表2に示す。荷重6成分( $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ 、 $M_x$ 、 $M_y$ 及び $M_z$ )の値は、それぞれ全ループを包絡したものである。また、Ss及び3.6CI+0.288Gは、Ss地震(24波)と3.6CI+0.288Gとを包絡した荷重である。Sd及び3.6CI+0.288Gも同様である。

表2 給水入口管台の荷重条件

地震動	力 [kN]			モーメント [kN・m]		
	$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
Ss及び 3.6CI+0.288G	82	104	232	51	556	220
Sd及び 3.6CI+0.288G	39	52	117	25	280	109



## &lt;&lt;評価方法&gt;&gt;

Ss/Sd地震時の荷重により発生する応力を下式により計算し、繰返しピーク応力強さに対する許容繰返し回数をJSME S NC1-2005/2007 添付4-2 設計疲労線図 表 添付4-2-1を用いて求めたうえで、疲労累積係数を算出する。

- $r_o$  : 給水入口管台の外半径  
 $r_i$  : 給水入口管台の内半径  
 $A$  : 断面積 =  $\pi (r_o^2 - r_i^2)$   
 $I$  : 断面二次モーメント =  $(\pi/4) (r_o^4 - r_i^4)$   
 $F_x, F_y, F_z$  : 力(入力条件)  
 $M_x, M_y$  : モーメント(入力条件)  
 $L$  : 外荷重作用基準線から評価点までの距離  
 $M_y'$  :  $M_y + F_z \times L$

## (一次+二次応力)

$$\sigma_x = \frac{F_x}{A} + \frac{M_y' \cdot r_i}{I}$$

$$\tau = \frac{M_x \cdot r_i}{2I} + \frac{F_y}{A}$$

$$S_Q : \text{一次+二次応力強さ} = \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau^2}$$

$$S_n : \text{一次+二次応力強さの変動幅} = 2S_Q < 3S_m \quad (S_m : \text{設計応力強さ})$$

## (一次+二次+ピーク応力)

$$\sigma_x = \frac{F_x}{A} \cdot K_T + \frac{M_y' \cdot r_i}{I} \cdot K_B$$

$$\tau = \frac{M_x \cdot r_i}{2I} + \frac{F_y}{A}$$

$$K_T : \text{応力集中係数(引張)}$$

$$K_B : \text{応力集中係数(曲げ)}$$

$$S_F : \text{一次+二次+ピーク応力強さ} = \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau^2}$$

$$S_p : \text{一次+二次+ピーク応力強さの最大値と最小値の差} = 2S_F$$

$$S_l : \text{繰返しピーク応力強さ} = \frac{S_p}{2} \quad (\because S_n < 3S_m)$$

## &lt;&lt;評価結果&gt;&gt;

評価結果は表3及び表4に示すとおりであり、耐震安全性評価上問題ない。

表3 給水入口管台の疲労割れに対するSs地震時の評価結果

評価部位	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	疲労累積係数 (許容値1以下)		
			通常運転時	Ss地震時	合計
給水入口管台	547	86	0.317	0.179	0.496

表4 給水入口管台の疲労割れに対するSd地震時の評価結果

評価部位	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	疲労累積係数 (許容値1以下)		
			通常運転時	Sd地震時	合計
給水入口管台	276	86	0.317	0.036	0.353

また、蒸気発生器の給水入口管台については、工事計画において水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価の評価部位となっていることから、疲労割れに対する耐震安全性評価においても、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行った。評価結果は表5に示すとおりであり、耐震安全性評価上問題ない。

表5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせを考慮した評価結果

評価部位	発生応力 (MPa)	許容値 (MPa)	疲労累積係数 (許容値1以下)		
			通常運転時	地震時	合計
給水入口管台	887	86	0.317	0.646	0.963

美浜3号炉－耐震－31

<p>タイトル</p>	<p>主給水系統配管の疲労割れに対する評価の具体的内容（評価仕様、解析モデル、入力（荷重）条件、評価結果を含む）について。</p>																																				
<p>説明</p>	<p>主給水系統配管の疲労割れに対する評価の具体的内容について以下に示す。</p> <p>1. 評価仕様 主給水配管の配管仕様を下表に、評価対象配管の系統図を添付1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表1 主給水配管の配管仕様</p> <table border="1" data-bbox="395 869 1423 1361"> <thead> <tr> <th rowspan="3">項目</th> <th rowspan="3">単位</th> <th colspan="2">評価対象配管</th> </tr> <tr> <th colspan="2">C主給水配管（CV内）</th> </tr> <tr> <th>節点7500～7545</th> <th>節点7545～7550</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>配管口径</td> <td>mm</td> <td>406.4</td> <td>406.4</td> </tr> <tr> <td>配管肉厚</td> <td>mm</td> <td>21.4</td> <td>40.5</td> </tr> <tr> <td>材質</td> <td>—</td> <td>STPT49</td> <td>STPT49/STPT480</td> </tr> <tr> <td>縦弾性係数</td> <td>MPa</td> <td><math>1.90 \times 10^5</math></td> <td><math>1.90 \times 10^5</math></td> </tr> <tr> <td>最高使用圧力</td> <td>MPa</td> <td>7.48</td> <td>7.48</td> </tr> <tr> <td>最高使用温度</td> <td>℃</td> <td>230</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>設計応力強さ（Sm）</td> <td>MPa</td> <td>154</td> <td>154</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. 解析モデル 発生応力の算出に用いた3次元梁モデル解析のモデル図を添付2に示す。</p> <p>3. 入力（荷重）条件 基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdを用いた地震応答解析より得られた次の地震波（時刻歴波）を用いている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・新750galSP（1波）</li> <li>・新750galSPを超える断層波（21波）</li> <li>・新750galSPを超える鳥取県西部地震（1波[2ケース]）</li> <li>・新750galSPを超える留萌地震620gal（1波）</li> </ul> <p>また、地震繰返し回数はSs：200回、Sd：300回としている。</p> <p>4. 評価結果 (1) 応力の解析結果 地震時に生じる応力の解析結果を以下に示す。</p>	項目	単位	評価対象配管		C主給水配管（CV内）		節点7500～7545	節点7545～7550	配管口径	mm	406.4	406.4	配管肉厚	mm	21.4	40.5	材質	—	STPT49	STPT49/STPT480	縦弾性係数	MPa	$1.90 \times 10^5$	$1.90 \times 10^5$	最高使用圧力	MPa	7.48	7.48	最高使用温度	℃	230	230	設計応力強さ（Sm）	MPa	154	154
項目	単位			評価対象配管																																	
				C主給水配管（CV内）																																	
		節点7500～7545	節点7545～7550																																		
配管口径	mm	406.4	406.4																																		
配管肉厚	mm	21.4	40.5																																		
材質	—	STPT49	STPT49/STPT480																																		
縦弾性係数	MPa	$1.90 \times 10^5$	$1.90 \times 10^5$																																		
最高使用圧力	MPa	7.48	7.48																																		
最高使用温度	℃	230	230																																		
設計応力強さ（Sm）	MPa	154	154																																		

表2 地震時に生じる応力の解析結果

	一次応力						一次+二次応力	
	圧力	自重及び地震	合計	許容値	ねじり	許容値	地震	許容値
Ss	38.8	248.2	288	462	7	112	816	462
Sd	38.8	120.8	160	346	4	84	382	462

単位:MPa

(2)地震によるUF評価結果

Ss地震によるUF評価結果を表3に示す。

表3 Ss地震によるUF評価結果

節点番号	地震による一次+二次+ピーク応力(MPa)	繰返しピーク応力強さ(MPa)	地震による疲労累積係数
7500	897	933	0.725

Sd地震によるUF評価結果を表4に示す。

表4 Sd地震によるUF評価結果

節点番号	地震による一次+二次+ピーク応力(MPa)	繰返しピーク応力強さ(MPa)	地震による疲労累積係数
7500	420	229	0.019

(3)通常運転時UFとの組合せによる評価結果

通常運転時のUFを加えた結果を表5及び表6に示す。疲労累積係数が許容値の1以下となることを確認しており、主給水系統配管の疲労割れに対する耐震安全性に問題はない。

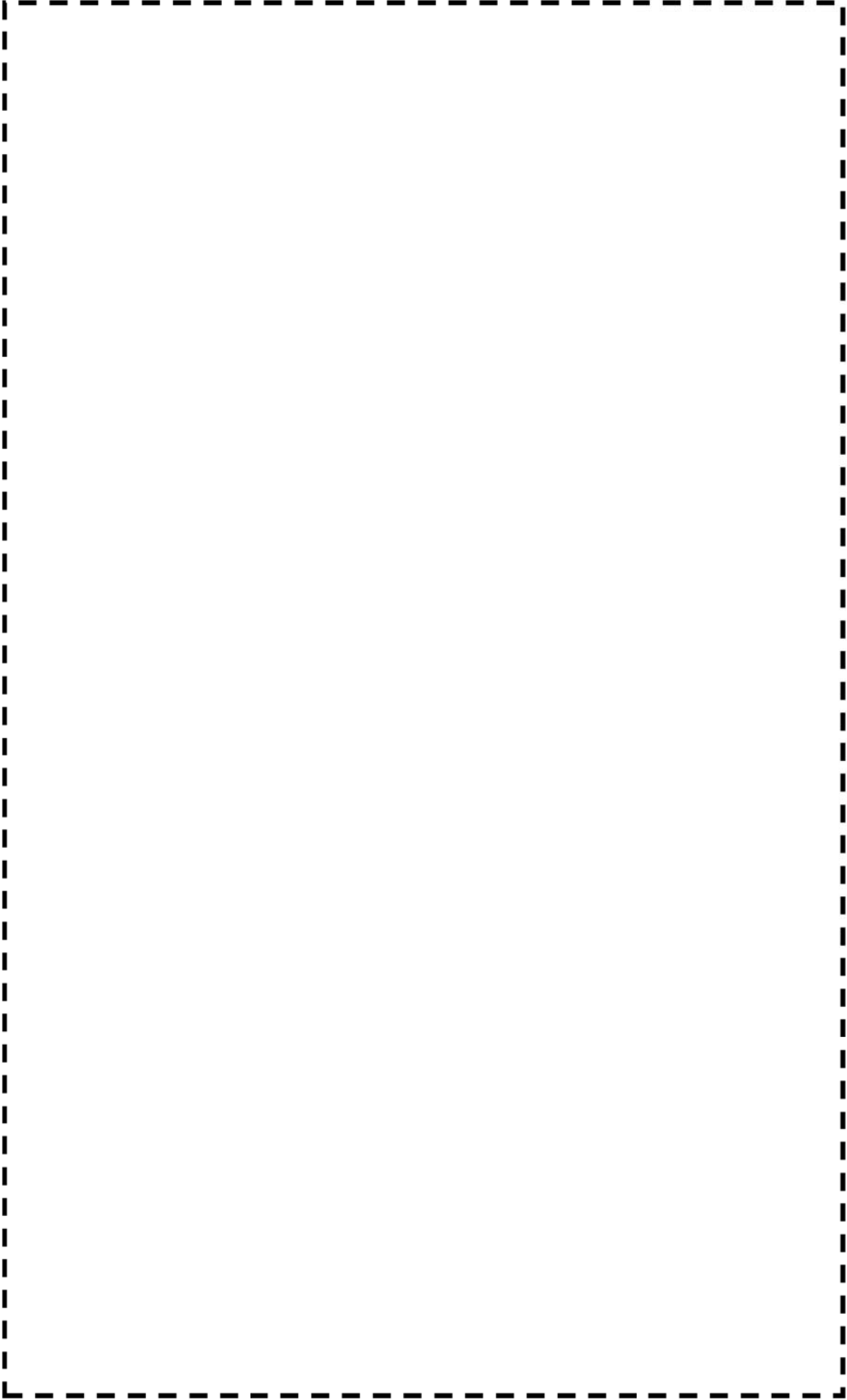
表5 Ss地震時の通常運転時UFとの組み合わせによる評価結果

節点番号	通常運転時	Ss地震時	合計
7500	0.209	0.725	0.934

表6 Sd地震時の通常運転時UFとの組み合わせによる評価結果

節点番号	通常運転時	Ss地震時	合計
7500	0.209	0.019	0.228

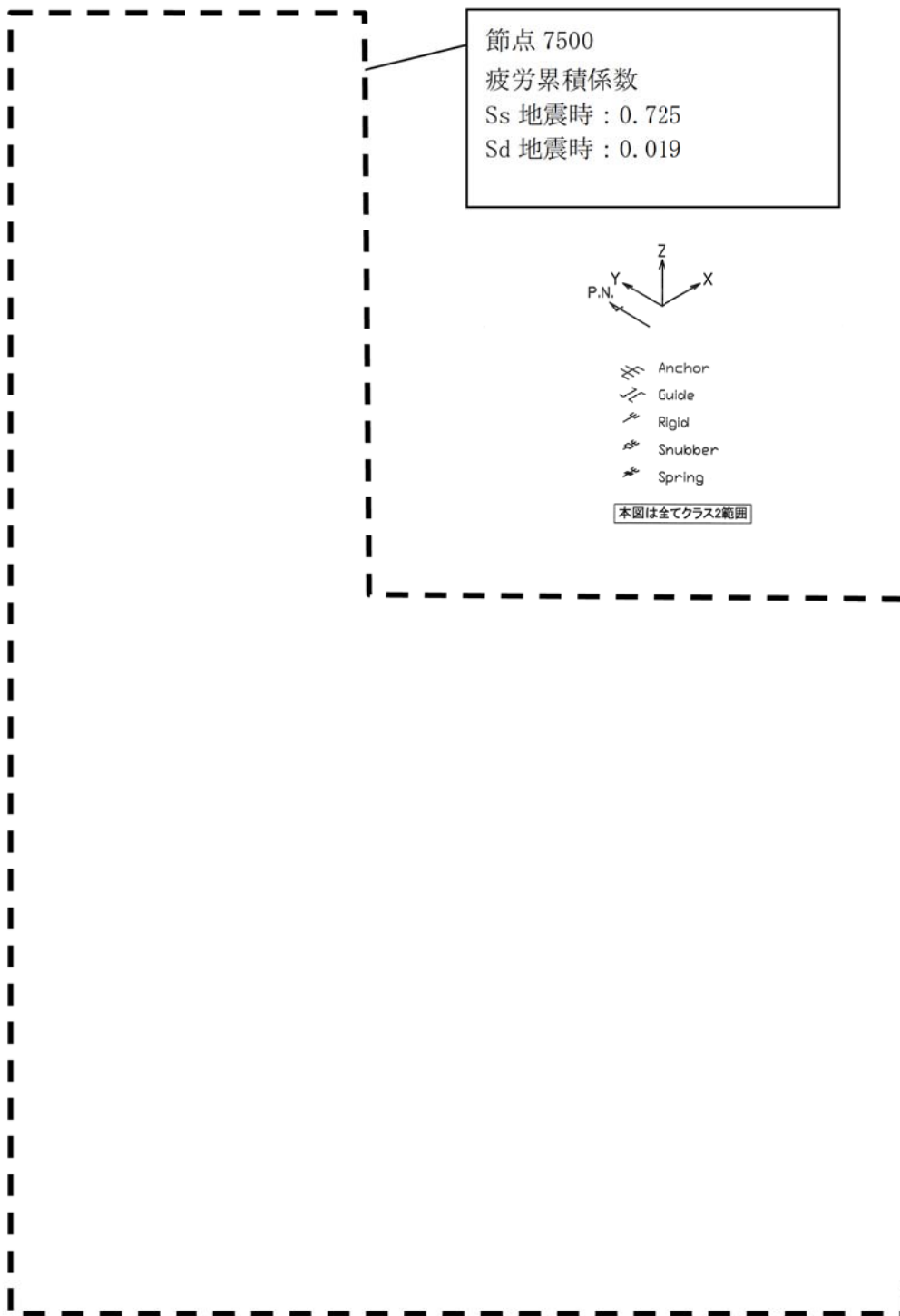
以上



美浜 3 号炉 C-1 主給水配管 (C V 内) (系統図)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。





美浜 3 号炉 C-主給水配管 (CV内) (解析モデル)

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。